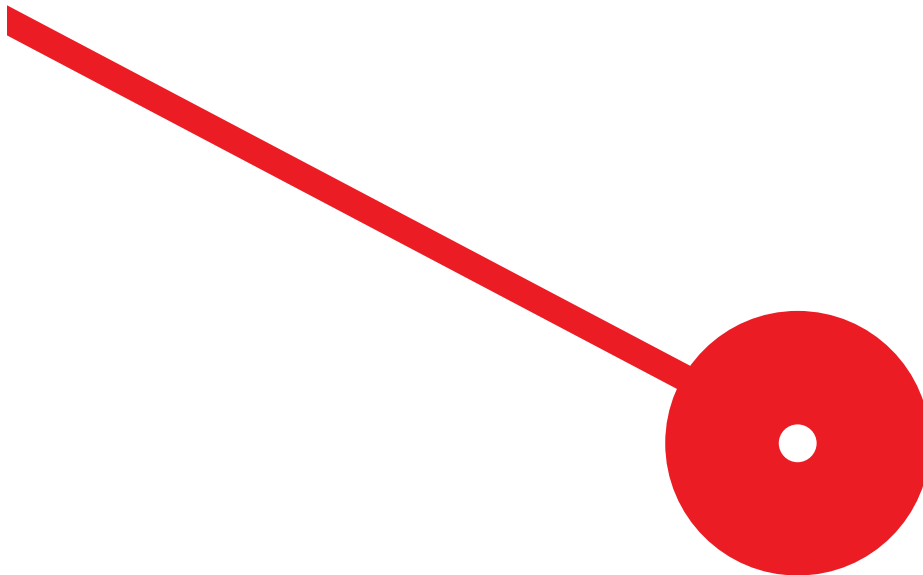


Risco Sistémico inerente ao Sistema Financeiro da Europa –Aplicação da medida CoVaR

Maria Beatriz Ribeiro Carvalho

Versão Final (Esta versão contém as críticas e sugestões dos elementos do júri)

10/2021





Risco Sistémico inerente ao Sistema Financeiro da Europa – Aplicação da medida CoVaR

Maria Beatriz Ribeiro Carvalho

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto para a obtenção do grau de Mestre em Contabilidade e Finanças, sob orientação do Professor Doutor Mário Joel Matos Veiga de Oliveira Queirós e da coorientação do Professor Doutor Carlos Filipe Magalhães Bastos da Mota



Dedicatória

Dedico este trabalho aos amores da minha vida, Belinha, Gustinho e Lau.

Agradecimentos

Esta dissertação de mestrado é resultado de um longo percurso de estudo e desenvolvimento pessoal. Com isto, não posso deixar de expressar os meus sinceros agradecimentos.

Ao meu orientador, o Professor Doutor Mário Queirós, que me acompanhou sempre ao longo deste trabalho. Desta forma, exprimo-lhe a minha gratidão pela disponibilidade, partilha de conhecimento e apoio, sendo essencial para a conclusão desta etapa.

Ao meu coorientador, o Professor Doutor Carlos Mota, pela sua disponibilidade e pelo seu apoio fundamental na elaboração deste trabalho.

Ao ISCAP e a todos os professores que fizeram parte deste meu percurso académico, possibilitando-me a aprendizagem necessária para o meu futuro.

Aos meus amigos, pela força e partilha.

À minha família, mãe, pai e irmã, por todo o amor.

Ao Mateus, pela infinita paciência e por sempre acreditar em mim.

A todos o meu sincero **Muito Obrigada!**

Resumo:

O principal objetivo desta dissertação é analisar o risco sistêmico no sistema financeiro da Europa, num período compreendido entre 1 de janeiro de 2007 e 31 de julho de 2021, através da medida CoVaR, proposta por Adrian & Brunnermeier (2016). A determinação dos valores do ΔCoVaR foi feita através de regressões quantílicas e possibilitou a observação da contribuição dos bancos selecionados para o risco sistêmico do sistema financeiro europeu. Os resultados empíricos evidenciaram que o risco sistêmico de cada banco aumenta nos períodos de *stress* analisados, mais concretamente após a falência do Banco Lehman Brothers em 2008 e após a propagação da Pandemia da COVID-19 na Europa em 2020. Verificou-se também que existe uma maior contribuição para o risco sistêmico de alguns bancos em relação a outros. Adicionalmente, foi possível verificar a diferença entre as medidas de risco utilizadas (VaR e ΔCoVaR), notando-se que mesmo que alguns bancos tenham o valor do VaR idêntico, o mesmo não acontece com o valor do ΔCoVaR .

Palavras chave: Instituições Financeiras, Sistema Financeiro, Risco Sistêmico, Crises Financeiras, VaR, CoVaR;

Abstract:

The main goal of this dissertation is to analyze the systemic risk in the Europe financial system, between January 1st 2007 and July 31st 2021, using CoVaR, a measure proposed by Adrian & Brunnermeier (2016). The calculation of the ΔCoVaR values was made through quantile regressions and allowed to show the contribution of the select banks to the systemic risk in the European financial system. The empirical results reveal that in the stress periods analyzed, the systemic risk of each bank increases, more specifically after the collapse of the Lehman Brothers Bank in 2008 and after the spread of the COVID-19 Pandemic in Europe in 2020. It was also noticeable that the contribution for the systemic risk is higher in some banks than others. Additionally, it was possible to notice differences between the risk measures used (VaR e ΔCoVaR), showing that even if some banks have the same VaR value, the same didn't happen in ΔCoVaR value.

Key words: Financial Institutions, Financial System, Financial Risks, Systemic Risk, Financial Crisis, CoVaR;

Índice

Dedicatória.....	i
Agradecimentos.....	ii
Resumo.....	iii
Abstract.....	iv
Lista de Abreviaturas e Siglas.....	x
Introdução.....	1
Capítulo I – Revisão de Literatura.....	4
1.1. O Risco Financeiro nas Instituições Financeiras.....	5
1.1.1. Risco de Crédito.....	6
1.1.2. Risco de Mercado	7
1.1.3. Risco de Liquidez	8
1.2. Risco Sistémico.....	9
1.2.1. O Conceito de Risco Sistémico	9
1.2.2. Medidas de Risco Sistémico	10
1.3. Value-at-Risk (VaR) e Conditional Value at Risk (CoVaR)	11
1.3.1. Value-at-Risk	11
1.3.2. CoVaR e ΔCoVaR	12
1.3.3. Estudos anteriores	12
1.4. As Crises Financeiras	13
1.5. Mecanismo de Regulação e Supervisão do Sistema Financeiro	17
Capítulo II – Estudo Empírico.....	22
2.1. Tipologia da Pesquisa.....	23
2.2. Metodologia Empírica.....	23
2.2.1. Definição do CoVaR.....	23
2.2.2. Total dos ativos financeiros avaliados pelo mercado	24
2.2.3. Estimação do CoVaR.....	24

2.2.4. Variação no Tempo associada às Variáveis de Estado	25
2.3. Recolha e Seleção de Dados.....	26
2.3.1. Instituições Financeiras.....	26
2.3.2. Variáveis de Estado	27
Capítulo III – Apresentação e Discussão dos Resultados.....	29
3.1. Estatística Descritiva	30
3.2. Evolução dos Retornos dos Ativos Financeiro	32
3.3. Medidas de Risco das Instituições Financeiras	34
3.4. Variação no Tempo associado às Variáveis de Estado do CoVaR	38
Capítulo IV – Conclusão	41
Referências bibliográficas	44
Apêndices	51
Apêndice A – Instituições Bancárias Seleccionadas	52
Apêndice B – Ponderação dos Ativos Financeiros (Percentagem).....	53
Apêndice C e D – Determinação do $\Delta CoVaR$	54

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Tipos de Riscos Financeiros (Adaptado de Amaral (2015))	6
Tabela 2 - Estatística descritiva dos retornos das instituições financeiras da amostra..	30
Tabela 3 – Resumo das estatísticas das variáveis de estado	31
Tabela 4 - Resumo das estatísticas para as estimações das medidas de risco	32
Tabela 5 - Resultados das medidas de risco de cada banco para o quantil de 1% e 2%.	35
Tabela 6 - Estatística da regressão do Gráfico 5 e do Gráfico 6.....	37

Índice de Figuras

Figura 1 - Tipos de Riscos Financeiros	6
---	----------

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Retornos semanais do STOXX de 1 de agosto de 2008 a 31 de dezembro de 2010	33
Gráfico 2 - Retornos Semanais dos Bancos da amostra de 1 de agosto de 2008 a 31 de dezembro de 2010.....	33
Gráfico 3 - Retornos semanais do STOXX de 1 de novembro de 2019 até 31 de agosto de 2021	34
Gráfico 4 - Retornos semanais dos Bancos da amostra de 1 de novembro de 2019 até 31 de agosto de 2021	34
Gráfico 5 - Relação do VaR e do $\Delta CoVaR$ para o quantil de 1% dos Bancos, sendo que o eixo do x pertence ao VaR e o eixo do y pertence do $\Delta CoVaR$	36
Gráfico 6 - Relação do VaR e do $\Delta CoVaR$ para o quantil de 2% dos Bancos, sendo que o eixo do x pertence ao VaR e o eixo do y pertence do $\Delta CoVaR$	37
Gráfico 7 - $\Delta CoVaR$ dos Bancos para o quantil de 1% de 1 de agosto de 2008 a 31 de dezembro de 2010.....	39
Gráfico 8 - $\Delta CoVaR$ dos Bancos para o quantil de 1% de 1 de novembro de 2019 a 31 de agosto de 2021	39

Lista de abreviaturas

BCBS – Basel Committee on Banking Supervision

BIS – Banco de Compensações Internacionais

CDS – Credit Default Swaps

CERS – Conselho Europeu do Risco Sistémico

CoVaR – Conditional Value-at-Risk

DIP – Distress Insurance Premium

EUA – Estados Unidos da América

FSB – Financial Stability Board

GARCH – Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity

GSIB – Global Systemically Important Banks

IFRS – International Financial Reporting Standards

IMF – International Monetary Fund

MES – Marginal Expected Shortfall

OMS – Organização Mundial de Saúde

SES – Systemic Expected Shortfall

VaR – Value-at-Risk

O aumento da globalização provocou o desenvolvimento das economias e dos mercados financeiros, levando a uma maior interdependência das instituições e ao aparecimento do risco sistémico (Goldin & Vogel, 2010). A noção de risco sistémico está associada a uma externalidade negativa, uma vez que determinada ação de um agente económico terá impacto negativo sobre outro. Quando uma instituição entra em falência, consequentemente terá impactos sobre outras instituições e outros agentes, desta forma há a possibilidade de o sistema financeiro e de a economia real serem afetados pelo risco que se manifestou numa única instituição, desencadeando uma crise financeira sistémica. As instituições financeiras desempenham assim um papel fundamental no que concerne à estabilidade económica do sistema financeiro.

A crise financeira global de 2007-2008, ou crise do *subprime*, é o exemplo de uma crise originada pelo risco sistémico. Esta apareceu nos Estados Unidos no início de 2007 devido à escassez de liquidez originada pelos empréstimos hipotecários. Esta ausência de liquidez levou ao *default* de um dos maiores bancos de investimentos, o Lehman Brothers. Posteriormente, os efeitos negativos propagaram-se por todo o sistema financeiro e consequentemente para a economia real, desencadeando uma desaceleração económica global denominada de “A Grande Recessão” (Hynes, Lees, & Müller, 2020). Esta, evidencia a importância da gestão dos riscos inerentes ao sistema financeiro, na medida em que possa conter todas as adversidades causadas por estes. Embora o risco sistémico já estivesse presente antes da crise financeira global, as grandes dimensões dos efeitos negativos causados levaram a que o interesse por este aumentasse. Assim sendo, existiu a necessidade de criar modelos que possam de alguma forma mitigar/reduzir o aparecimento do risco sistémico (Smaga, 2014).

Após a crise financeira global, foram tomadas medidas no sistema financeiro para a prevenção de riscos, nomeadamente a criação de modelos de supervisão e regulação. Em 2010, o Comité de Basileia criou o Acordo de Basileia III, com o propósito de promover uma estabilidade financeira e regular o risco sistémico. Para além de medidas de regulação e supervisão, foram também criadas abordagens para quantificar o risco sistémico. O Value-at-Risk (VaR) é a medida mais utilizada para calcular o risco, no entanto, uma vez que esta caracteriza o risco individual, foram criadas outras medidas para calcular o risco sistémico de forma a captar a relação entre as instituições. Adrian & Brunnermeier (2016) propuseram uma medida de risco sistémico, o Condicional Value-at-Risk (CoVaR), em que o prefixo “Co” expressa as palavras *condicional*, *contagion* ou

comovement. O CoVaR captura a contribuição de determinadas instituições financeiras para o risco sistémico. Desta forma, esta tornou-se a medida mais utilizada e inspirou vários estudos ao longo dos anos.

Tendo em conta que as crises financeiras são um tema da atualidade, incluindo-se no passado, presente e inevitavelmente no futuro, torna-se importante analisar o que as origina. Assim sendo, o objetivo principal deste estudo é analisar o risco sistémico no sistema financeiro da Europa, num período em que engloba a crise financeira com início em 2007 e a atualidade, tendo como base o artigo de Adrian & Brunnermeier (2016). Para tal, é utilizada a medida CoVaR proposta pelos respetivos autores.

Esta dissertação divide-se em cinco capítulos, sendo o primeiro capítulo a Introdução, o segundo capítulo a Revisão de Literatura, que consiste no enquadramento teórico, que visa à compreensão do risco sistémico. O terceiro capítulo diz respeito ao Estudo Empírico, que utiliza uma adaptação da metodologia dos autores Adrian & Brunnermeier (2016), bem como a descrição da amostra e de dados que serviram de base para a aplicação da medida CoVaR. No quarto capítulo serão apresentados e discutidos os resultados obtidos, de forma a atingir o objetivo proposto, levando à retirada de conclusões inseridas no quinto e último capítulo.

CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA

1.1. O Risco Financeiro nas Instituições Financeiras

A literatura defende que a noção de risco está associada à incerteza. Quando pensamos no conceito de risco, associamos de imediato a situações de perigo que muitas vezes proporciona a um resultado diferente do esperado. Para Lhabitant & Tinguely (2001), o risco é característico à atividade humana, surgindo de natureza desconhecida através de eventos futuros. Para os gestores de risco e os reguladores, além do risco se referir à incerteza dos resultados, este refere-se também às consequências negativas que podem existir numa dada empresa, sendo importante aumentar a sua resiliência a situações adversas. Desta forma, os riscos são identificados, avaliados e monitorizados, para que posteriormente seja possível mitigá-los (Bessis, 2015).

Estamos perante uma situação de risco quando há probabilidade de num cenário hipotético o resultado esperado não ser o desejado (Pinho, Valente, Madaleno, & Vieira, 2019). Do ponto de vista financeiro, o risco está relacionado à perspectiva de os resultados obtidos não serem os previstos, podendo ser definido como a aleatoriedade do retorno dos investimentos, incluindo resultados positivos e negativos (Bessis, 2015). Segundo Pinho, *et al.* (2019) o risco financeiro está associado a perdas resultantes das alterações nos mercados financeiros, nomeadamente nas oscilações em variáveis financeiras, afetando o valor dos ativos e passivos das empresas.

A desregulamentação, a inovação e a globalização dos sistemas financeiros têm vindo a desencadear uma alteração no processo de supervisão dos riscos das instituições financeiras (Banco de Portugal, 2007). Estas estão sujeitas a diferentes riscos financeiros, sendo que as várias situações que contribuem para a variação dos resultados podem assumir diversas configurações, integrando um conjunto de tipos de riscos específicos, nomeadamente o risco de crédito, o risco de mercado e o risco de liquidez (Pinto, 2002). Os tipos de risco na atividade bancária são descritos por Amaral (2015), estando evidenciados na Tabela 1, que também demonstra uma parcela dos riscos financeiros destacados e descritos pelo mesmo.

Tabela 1 - Tipos de Riscos Financeiros

Tipos de Risco	Subcategoria	Descrição
Risco de Crédito	Incumprimento; Concentração; Colaterais.	Risco de ativo ou empréstimo se tornar todo ou em parte irrecuperável no caso de <i>default</i> ¹ .
Risco de Mercado	Taxa de Juro; Taxa de Cambio; Preços/ <i>Commodities</i> ; Cotações Ações/ <i>Trading</i> ; Risco Imobiliário.	Risco associado a instrumentos financeiros transacionados em mercados próprios e/ou por transações em mercados de reduzida liquidez.
Risco de Liquidez	Fluxos Caixa/ <i>Mismatches</i> ; Concentração.	Falta de liquidez para fazer face aos compromissos assumidos.

Fonte: Adaptado de Amaral (2015)

1.1.1. Risco de Crédito

O risco de crédito consiste na possibilidade de ocorrência de impactos negativos nos resultados ou no capital, devido à falta de compromisso financeiro de uma contraparte perante dada instituição (Banco de Portugal, 2007). Este risco surge da falta de cumprimento de tomadores, emissores de títulos e contrapartes em determinadas transações, sendo que é importante diminuí-lo através de garantias. Por exemplo, quando determinada instituição financeira faz um empréstimo a uma dada empresa, pode existir uma garantia envolvendo o penhor de ativos fixos de propriedade da mesma (Hull, 2015).

Para Koulafetis (2017) o risco de crédito consiste na falha dos devedores em honrar as suas obrigações, que pode surgir devido à incapacidade ou à falta de vontade para o fazer. Esta falha ou incapacidade de pagamento está associada aos conceitos de incumprimento, insolvência e falência, em que a insolvência se refere à situação em que os passivos do devedor excedem os ativos, sendo este incapaz de fazer face às suas dívidas. Bessis (2015) considera que o risco de crédito é dos mais importantes, sendo que a sua definição vai ao encontro das anteriores, definindo este como o risco de perdas devido ao incumprimento

¹ Em finanças o *default* consiste no incumprimento de determinadas obrigações, nomeadamente do não cumprimento do pagamento de um empréstimo.

do pagamento de uma obrigação, que desencadeia uma perda total ou parcial do valor emprestado à contraparte.

De acordo com Amaral (2015) e com base na Tabela 1, o risco de crédito divide-se em subcategorias, das quais se evidenciam o risco de incumprimentos ou *default*, o risco de concentração e o risco de degradação da garantia ou colateral. O risco de incumprimento ou *default*, consiste na possibilidade de o emitente de determinada dívida não cumprir com a sua obrigação na data e no montante prometido. Tendo em conta o Decreto-Lei n.º 157/2014, de 24 de outubro, o risco de concentração é assegurado pelas instituições de crédito. Este surge quando existe um grande número de exposições a partes que partilham características semelhantes entre si, nomeadamente as contrapartes que atuem no mesmo setor económico, na mesma atividade ou na mesma região geográfica, ocorrendo a eventualidade de perdas devido à concentração de empréstimos elevados atribuídos às mesmas. Relativamente ao risco de degradação da garantia ou colateral, este expressa-se pela probabilidade de ocorrer um incumprimento (*default*) devido à depreciação da garantia oferecida, ou pela perda de património do mutuário.

1.1.2. Risco de Mercado

Os riscos de mercado são geralmente definidos como riscos associados às alterações nos preços dos instrumentos financeiros negociados (Carey & Stulz, 2005). Segundo a IFRS 7², “o risco de mercado consiste no risco de que o justo valor ou os fluxos de caixa futuros de um instrumento financeiro venham a flutuar devido a alterações nos preços de mercado”. Para Bessis (2015), o risco de mercado é o risco de perdas devido à adversa movimentação do mercado, que evidencia as posições dos valores detidos pelos participantes no mercado. Do mesmo ponto de vista, Lhabitant & Tinguely (2001) consideram que o risco de mercado se traduz em todas as perdas potenciais devido a mudanças adversas em variáveis do mercado financeiro.

Posto isto, segundo Amaral (2015) dentro do risco de mercado podemos incluir o risco de taxa de juro, risco de taxa de câmbio, risco de preços (*commodities*), risco de cotações ações (*trading*) e risco imobiliário. O risco de taxa de juro insere-se na categoria mais vasta dos riscos de mercado, e resulta de variações do valor nos instrumentos financeiros

² IFRS 7 - Instrumentos Financeiros: Divulgações

induzidas por variações das taxas de juro (Banco de Portugal, 2005) O risco de taxa de câmbio, de acordo com a IFRS 7, resulta das alterações das taxas de câmbio, que desencadeia o risco de o justo valor ou o fluxo de caixa futuro de um instrumento financeiro venha a flutuar. Inserido nos outros risco de preço, temos o risco das *commodities*, de cotações de ações, e o risco do setor imobiliário, no qual podemos caraterizar como o risco de o justo valor ou o fluxo de caixa futuro de um instrumento variar devido às alterações nos preços de mercado, quer sejam estas causadas por fatores específicos do instrumento individual ou pelo seu emitente, ou quer sejam causadas por fatores que afetem todos os instrumentos similares negociados do mercado (Amaral, 2015).

1.1.3. Risco de Liquidez

A gestão de liquidez é uma das preocupações mais importantes nas instituições financeiras, uma vez que permite que estas continuem a financiar a sua atividade e fazer face às suas responsabilidades (Amaral, 2015). Para Hui, Genberg, & Chung (2010) este pode ser considerado no risco de uma empresa não conseguir obter um financiamento, de forma a cumprir as suas obrigações no período exigível. A IFRS 7 define o risco de liquidez como o risco de determinada entidade se deparar com uma situação de não conseguir satisfazer as suas responsabilidades relativas a passivos financeiros, que sejam liquidadas por meio de dinheiro ou outro ativo financeiro.

Segundo Hull (2015), o risco de liquidez surge devido à tendência de os bancos financiarem necessidades de longo prazo, com base em recursos de curto prazo, como o caso do papel comercial. De acordo com Bessis (2015), este surge da incapacidade de não existirem fundos quando necessário. Este autor considera também que a intensa falta de liquidez é frequentemente uma consequência de outros riscos, nomeadamente do risco de mercado e de crédito que originam perdas inesperadas. Segundo Amaral (2015), dentro do risco de liquidez temos duas subcategorias, risco de fluxos de caixa (*mismatches*) e risco de concentração. O risco de fluxos de caixa (*mismatches*) resulta de um desequilíbrio entre os fluxos de caixa de entrada e saída de fundos. Quanto ao risco de concentração, este é gerado devido à concentração de ativos e passivos.

1.2. Risco Sistémico

1.2.1. O Conceito de Risco Sistémico

No que concerne à literatura existente, o risco sistémico apresenta-se como um tema atual e relevante no setor financeiro. Embora sendo um tema controverso, ainda não existe um consenso de ideias acerca deste. Desde a crise financeira de 2007-2009, o risco sistémico tornou-se uma questão extremamente relevante nos mercados financeiros, uma vez que este gerou a rutura de várias instituições (Lin, Sun, & Yu, 2016), suscitando uma maior atenção por parte de reguladores e académicos (Clemente, Grassi, & Pederzoli, 2020; Weiß, Bostandzic, & Neumann, 2014). O conceito de risco sistémico é fundamental para estudar a dimensão da instabilidade financeira e, conseqüentemente, estudar possíveis formas de superar os desafios inerentes a esse mesmo risco (Vasilescu, 2019). Com o passar do tempo, o risco sistémico acabou por ser muito mais do que apenas a composição de vários tipos individuais de riscos que afetam as instituições financeiras. Quando agregados ao risco sistémico, a interação entre diversos tipos de risco, pode gerar conseqüências indesejadas e inesperadas. Este evolui através do desenvolvimento dos mercados financeiros, dos regulamentos e do comportamento coletivo dos participantes do mercado (Smaga, 2014).

Albrecht, Glendening, Kim, & Pereira (2020) dizem-nos que o risco sistémico se refere ao risco de colapso nos mercados financeiros, prejudicando as funções de intermediação e empréstimos de todo o sistema financeiro. O risco sistémico pode ser também definido como o risco de vivenciar eventos sistémicos, no qual estes desencadeiam falhas, ou quebras de mercados financeiros, resultando em efeitos adversos consideráveis nas instituições financeiras (Bandt & Hartmann, 2000). Segundo Hamilton, Hughes, & Malone (2015), o risco sistémico refere-se ao choque que origina uma falha generalizada do sistema financeiro e que conseqüentemente põe em risco a economia. Para Hull (2015), este é o risco de *default* de uma instituição financeira, que devido à interligação entre outras, cria um “efeito dominó”, causando impacto na estabilidade do sistema financeiro. De uma forma mais global, FSB, IMF & BIS (2009) definem o risco sistémico como o risco de falha no sistema financeiro devido a perturbações financeiras, que conseqüentemente causam impacto na economia real.

O European Central Bank (2009) descreve três formas de risco sistémico, nomeadamente o risco de contágio, o risco de choques macroeconómicos e o risco de desequilíbrios

financeiros acumulados ao longo do tempo. O risco de contágio manifesta-se de forma sequencial, através de impactos negativos que surge numa intuição e se propaga para outras. O risco de choques macroeconómicos refere-se a um choque exógeno que se espalha e afeta negativamente, de forma simultânea, um conjunto de instituições e mercados. Quanto ao risco de desequilíbrios financeiros acumulados ao longo do tempo, este consiste na acumulação endógena de desequilíbrios generalizados no sistema financeiro. Lin, Sun, & Yu (2016) dizem-nos que risco sistémico possui três características importantes relativamente às instituições financeiras, contágio, universalidade e externalidade negativa. Tal como anteriormente referido, o contágio surge da falência de uma ou mais instituições financeiras em consequência do aumento das suas interligações. A universalidade surge na medida em que este afeta uma parte substancial do sistema financeiro. Por fim as externalidades negativas dizem respeito ao facto de o risco sistémico causar impacto ao sistema financeiro, causando consequências negativas à economia real.

1.2.2. Medidas de Risco Sistémico

A medição e quantificação dos vários tipos de risco tem sido um desafio substancial para académicos, gerentes de bancos e reguladores (Sum, 2016). De acordo com Nucera, Schwaab, Koopman, & Lucas (2016), foram desenvolvidas medidas para quantificar o risco sistémico das empresas no setor financeiro, no entanto poucas destas foram utilizadas ativamente nessas mesmas instituições. As razões que levaram à não adoção dessas medidas, incluem uma base teórica fraca, bem como a dependência frequente de dados do mercado financeiro (volatilidade dos mercados). Encontrar uma medida de risco sistémico que seja relevante na prática e totalmente justificada por um modelo de equilíbrio geral é quase impossível, uma vez que existem lacunas entre os modelos teóricos e as necessidades práticas dos reguladores (Acharya, Pedersen, Philippon, & Richardson, 2010). Existem diversos modelos de quantificação do risco sistémico propostos ao longo do tempo. De forma a proteger as instituições financeiras, muitos são os que têm estudado modelos que determinem não só o risco individual, mas também o risco global de todo o sistema financeiro. Assim, tendo em conta a amplitude do sistema financeiro, é expectável que existam inúmeras formas de calcular o risco sistémico.

Acharya, et al. (2010) apresentam um modelo de risco sistêmico que evidencia a contribuição de cada instituição financeira para o risco sistêmico, o Systemic Expected Shortfall (SES), tendo em conta o Marginal Expected Shortfall (MES) e o grau de alavancagem. Brownlees & Engle (2017) propoem uma nova medida de risco sistêmico, o Índice SRISK que é definido como o déficit de capital esperado (Expected Capital Shortage) de uma determinada instituição, tendo em conta o seu MES e o seu grau de alavancagem. Atendendo a este índice, é possível verificar que, em tempos de crise as instituições com um maior SRISK contribuem mais para a descapitalização do mercado. Huang, Zhou, & Zhu (2009) propoem uma medida de risco sistêmico que se baseia num prémio de seguro (hipotético) contra dificuldades financeiras, o Distress Insurance Premium (DIP), utilizando *spreads* de Credit Default Swaps (CDS) e correlações de retorno de ativos. Para além destas medidas, existe também o CoVaR, Conditional Value-at-Risk, apresentado por Adrian & Brunnermeier (2016), que procura registar perdas no sistema financeiro causadas pela falência de instituições financeiras. Segundo Lin, Sun, & Yu (2016) o CoVaR é a medida mais referenciada na literatura, uma vez que tem recebido uma elevada atenção por parte dos investigadores.

1.3. Value-at-Risk (VaR) e Conditional Value at Risk (CoVaR)

1.3.1. Value-at-Risk

O VaR é a medida tradicional de risco mais utilizada pelas instituições financeiras que avalia o risco em operações financeiras associado a um determinado intervalo de confiança (Jorion, 1996).

De acordo com Linsmeier & Pearson (2000), existem três métodos básicos para determinar o VaR, nomeadamente o método de simulação histórica, da variância-covariância e de simulação de Monte Carlo. O método de simulação histórica é um método não paramétrico³ que não diferencia os fatores de risco. Este é considerado o método mais simples e consiste em prever as ocorrências futuras com base em dados do passado, assumindo todos os cenários possíveis. O método de variância-covariância é um

³ O método não paramétrico não depende de dados pertencentes a uma distribuição de probabilidade das variáveis consideradas.

método paramétrico⁴ e assume que as rendibilidades seguem uma distribuição normal e que os fatores influenciam de forma linear a rentabilidade da carteira. Por último, o método de simulação de Monte Carlo, é um método paramétrico e é semelhante ao primeiro método abordado, no entanto relativamente à obtenção das variações dos preços, estas são obtidas através de simulações e possíveis evoluções dos mesmos, tornando-se num modelo mais preciso (Linsmeier & Pearson, 2000). Adrian & Brunnermeier (2016) definem o VaR como a perda máxima que uma dada instituição (individual) ou carteira pode ter ao longo de um determinado período, dentro de um intervalo de confiança específico. No entanto, uma vez que o VaR apenas considera o risco individual, os autores propuseram uma nova medida que retratasse o risco sistémico no sistema financeiro.

1.3.2. CoVaR e Δ CoVaR

Adrian & Brunnermeier (2016) propuseram a medida CoVaR, que consiste numa extensão sistémica do VaR. Esta corresponde ao VaR do sistema financeiro como um todo, condicionado a determinado estado da instituição i , ou seja, este estima o efeito *spillover* das externalidades que uma instituição impõe ao sistema financeiro. De acordo com Keilbar & Wang (2020) os autores Adrian & Brunnermeier (2016) concentram-se principalmente na contribuição de uma instituição financeira individual para todo o sistema financeiro, de forma a controlar as variáveis que indicam as condições gerais macroeconómicas. Desta forma, o CoVaR depende muito de um cenário de crise financeira específico, sendo que a motivação para a sua utilização é identificar instituições que são sistemicamente importantes. A diferença entre o CoVaR e o VaR incondicional do sistema financeiro é definido como Δ CoVaR, que consiste na contribuição marginal para o risco sistémico de um conjunto de instituições financeiras.

1.3.3. Estudos anteriores

São vários os estudos que recorreram à medida CoVaR para calcular o risco sistémico nas Instituições Financeiras. Drakos & Kouretas (2015) através da medida CoVaR, analisaram a contribuição dos bancos estrangeiros para o risco sistémico nos EUA e também a contribuição dos subsegmentos do sistema financeiro para o risco sistémico no

⁴ O método paramétrico admite que os dados são provenientes de um tipo de distribuição de probabilidades.

Reino Unido. Trabelsi & Naifar (2017) utilizaram a medida CoVaR de forma investigar a capacidade dos índices de ações islâmicos aumentarem a estabilidade financeira e melhorarem os benefícios para os investidores, avaliando a exposição dos índices de ações islâmicos a eventos sistêmicos. Muharam & Erwin (2017) usaram regressões quantílicas para estimar o CoVaR de forma a medir o nível de risco sistêmico das instituições financeiras na Indonésia. Bostandzic & Weiß (2018) investigaram a razão de alguns bancos estarem mais expostos e contribuírem mais para o risco sistêmico ao nível do sistema financeiro global do que outros, utilizando também o CoVaR.

Para além dos estudos descritos que utilizaram a medida proposta por Adrian & Brunnermeier (2016), muitos autores apresentaram também algumas modificações do modelo. Girardi & Ergün (2013) usaram um modelo GARCH⁵ multivariado e modificaram a medida CoVaR, considerando que o evento de maior dificuldade financeira refere-se ao retorno de determinada instituição estando esta no seu VaR máximo ($R \leq \text{VaR}$) em vez de esta estar no seu valor exato do VaR ($R = \text{VaR}$). Reboredo & Ugolini (2015) quantificam o risco sistêmico nos mercados da dívida europeia antes e depois do início da crise da dívida soberana europeia, calculando o CoVaR através de cópulas⁶. Estes, a partir de uma função de cópula, calculam a probabilidade cumulativa do CoVaR e posteriormente invertem a função de distribuição marginal dessa probabilidade, de forma a obterem o CoVaR. Huang & Uryasev (2018) propuseram o CoCVaR que é semelhante ao CoVaR proposto por Adrian & Brunnermeier (2016), sendo este o CoVaR do sistema financeiro condicionado ao estado de *stress* de uma dada instituição. Esta medida semelhante considera perdas severas do sistema financeiro na cauda de distribuição para além do VaR, fornecendo resultados diferentes da contribuição do risco sistêmico.

1.4. As Crises Financeiras

Quando abordamos a palavra crise, não devemos apenas pensar nas crises passadas e presentes. Há imensas perspetivas que nos levam a pronunciar a palavra crise,

⁵ Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity

⁶ Uma função de cópula, em estatística, consiste numa distribuição de probabilidades conjunta através de distribuições marginais.

nomeadamente, crises bancárias, crises de dívidas, crises cambiais, crises bolsistas, entre outras (Camilo, 2013). As crises financeiras são eventos recorrentes na história, causando grandes impactos e custos à sociedade (Gavronski & Ziegelmann, 2020). Segundo Vasilescu (2019) e Lin, Sun, & Yu (2016) de forma a entender as crises financeiras, primeiramente é importante analisar o risco sistémico, uma vez que este pode gerar consequências a grandes instituições ou mercados financeiros em simultâneo, devido à sua interligação. Desta forma, estas propagam-se sempre a uma dimensão internacional devido ao contágio, que através dos mercados de ativos, de instituições financeiras internacionais e da moeda se espalha rapidamente (Bordo, 2008). As crises financeiras dizem respeito a várias situações nas quais ocorre a perda de valor de instituições financeiras ou de ativos financeiros, propagando-se rapidamente (Carvalho, 2013). Reinhart & Rogoff (2009) afirmam que não é possível evitar as crises financeiras, no entanto é possível diminuir os efeitos que advém destas, uma vez que estas causam efeitos que se prolongam ao longo dos anos, evidenciando algumas características como o colapso dos mercados, a diminuição da produção, aumento do desemprego e o aumento da dívida pública.

Ao longo dos anos, desde o século XX que existiram várias crises financeiras que tiveram grandes impactos a nível mundial, sendo vários os motivos que levam à sua ocorrência. A seguinte Figura 1 mostra as crises financeiras existentes desde 1929, de forma a ter uma melhor perceção desta. A primeira crise evidenciada é designada por “A Grande Depressão” e foi considerada a maior crise ocorrida nesse mesmo século. Todas as crises financeiras abordadas comprovaram a importância do risco sistémico e de como é indispensável criar formas de o mitigar, conduzindo à prática de avaliação do risco e regulamentação do sistema financeiro (Anginer, Demirguc-Kunt, & Zhu, 2014). Posto isto, ao longo dos anos os reguladores têm procurado formas inovadoras de medir os riscos e assim evitar possíveis novas crises (Gavronski & Ziegelmann, 2020).

A crise financeira global, também denominada como crise do *subprime*, teve origem nos Estados Unidos em meados de 2007 (Hui, Genberg, & Chung, 2010). Esta surgiu devido à atribuição de empréstimos hipotecários de risco elevado através de empresas controladas pelo governo americano (Fannie Mae e Freddie Mac). A 15 de setembro de

Figura 1 - Crise Financeiras



Fonte: Elaboração Própria

2008, o “Lehman Brothers Holdings, Inc.”, iniciou o maior processo de falência da história dos Estados Unidos da América. Após este acontecimento, a ausência de liquidez atingiu o pico (Cornett, McNutt, Strahan, & Tehranian, 2011) e começaram a existir grandes perturbações nos mercados financeiros internacionais, especialmente nos mercados monetários (Hui, Genberg, & Chung, 2010). A partir de então, a economia dos EUA entrou na pior recessão já registada desde a década de 1930 (Comissão Europeia, 2009). Bostandzic & Weiß (2018) afirmam que o colapso do Lehman Brothers é um exemplo proeminente de que grandes bancos americanos contribuem sistematicamente para uma fragilidade financeira global. No entanto, segundo a lista do Global Systemically Important Banks (GSIB) do Financial Stability Board (FSB) a maior parte dos bancos possui sede na Europa, apoiando a ideia de que os bancos europeus possuem maior importância para o setor financeiro global, o que significa que em média contribuem mais para o risco sistémico global. Segundo Cheng, Geng, & Hongyan (2019), a China resistiu às crises financeiras que afetaram os Estados Unidos e a Europa nos últimos anos, indicando que os bancos chineses possuem determinadas características que os diferenciam dos restantes bancos mundiais. Guo, Xia, An, Zhang, Sun & Zhao (2020), analisaram as mudanças do mercado de ações da China a partir de 2007 e observaram que no ano de 2008 houve alguma agitação. No entanto, não foi tão afetado como o mercado dos EUA e da Europa. Para além disto, estes autores afirmam que a crise da dívida europeia (2009) não afetou o mercado de ações da China.

Após a crise financeira com início em 2007, a economia global teve um crescimento lento, com uma série de incertezas crescentes, como a incerteza da política monetária dos EUA para aumentar as taxas de juro, a desaceleração dos mercados emergentes, as economias em desenvolvimento e a lenta recuperação das economias avançadas. A crescente incerteza da economia global também se sentiu no mercado financeiro global, uma vez que os investidores tiveram de repor as carteiras do mercado de risco alto para mercados de risco baixo (Ma, Yang, Zou, & Liu, 2020).

No final de 2019 a COVID-19⁷ apareceu na China, espalhando-se por todo o mundo. Os governos, as empresas e as famílias tiveram que criar medidas que evitassem o risco da de propagação do vírus SARS-CoV-2 (causador da COVID-19), tais como o

⁷ A COVID-19 também conhecida como *coronavirus disease*, é uma doença respiratória, que foi classificada como uma Pandemia em março de 2020 pela Organização Mundial de Saúde (OMS)

distanciamento social e a redução de atividades que apresentassem elevado risco de transmissibilidade, gerando uma desaceleração da economia (ESRB, 2021). A propagação do vírus a nível global provocou uma reavaliação dos riscos nos mercados financeiros, gerando um aumento dos prémios de risco e uma desvalorização súbita dos ativos financeiros (Banco de Portugal, 2020). Segundo Rizwan, Ahmad, & Ashraf (2020) devido à pandemia as instituições financeiras confrontam-se com níveis elevados de risco de liquidez, incumprimento de empréstimos e perda de receitas, provocando um aumento do risco sistémico. De forma a apoiar a economia mundial e preservar a estabilidade financeira global, os bancos centrais reuniram um conjunto de medidas, que consistem em reduzir as taxas de juros, injetar liquidez no sistema financeiro, ampliar a provisão de liquidez em dólares por meio de linhas de *swap* e reativar programas usados durante a crise financeira mundial (Adrian & Natalucci, 2020). Tendo em conta as respostas políticas e as medidas utilizadas a nível mundial espera-se que estas sejam suficientes para dar resposta à crise da COVID-19, no entanto em 2021 ainda é impossível determinar os efeitos exatos desta.

1.5. Mecanismo de Regulação e Supervisão do Sistema Financeiro

As anteriores crises financeiras levaram a um aumento na tomada de consciência para a prevenção dos riscos sistémicos inerentes ao sistema financeiro, levando à procura de modelos e técnicas que possam, de alguma forma, mitigar os efeitos incidentes sobre os vários agentes económicos. Os diferentes tipos de risco são fatores importantes quando se tenta prever danos futuros, e por isso é necessário conseguir geri-los de alguma forma. A gestão do risco no setor financeiro, revolucionada na década de 1970, tornou-se uma prioridade para muitas empresas que estão sujeitas a várias instabilidades de preços (riscos de taxas de juros, mercado de ações, taxas de câmbio e preços das matérias-primas ou *commodities*). Desta forma, as operações de *hedge* tornaram-se cada vez mais importantes, uma vez que têm como objetivo proteger operações financeiras com exposição a grandes variações de preços e/ou riscos de mercado, o que levou a uma maior utilização dos derivados (Dionne, 2013)

Em 1974 surgiu o Basel Committee on Banking Supervision (BCBS) com sede no Banco de Compensações Internacionais (BIS), na cidade de Basileia, na Suíça (BIS, 2014). A instabilidade nos mercados internacionais bancários e cambiais vivida em meados de

1970, agravou-se devido à falência do banco alemão Bankhaus Herstatt⁸, levando à criação desta organização (Peres, Cristovão & Vasconcelos, 2017). Esta é constituída por representantes dos bancos centrais do G-10⁹ e por autoridades que promovem a regulação e a supervisão das práticas bancárias a nível internacional, de forma a favorecer uma estabilidade financeira, através da formulação de normas e diretrizes (BIS, 2014). Em 1988 foi aprovado o Acordo de Basileia I, que visa assegurar a estabilidade do sistema bancário e diminuir a desigualdade entre as instituições financeiras. Este foi aplicado em todos os bancos dos países do G-10 e, seguidamente promulgado por mais de 100 países do mundo (Barr & Miller, 2006). Segundo Peres, Cristovão & Vasconcelos (2017), um dos principais focos deste acordo é estabelecer níveis mínimos de capital para os bancos, de forma a garantir a solvabilidade das instituições financeiras, promovendo a solidez no sistema financeiro através de um normativo idêntico para todos os bancos internacionais. Os níveis mínimos estabelecidos de capital, traduzem-se no capital necessário para que as instituições financeiras sejam viáveis para os seus credores, de forma a diminuir a possibilidade de falência (Mendes, 2013). Em 1995, devido à falência do Barings Bank¹⁰, o Comité de Supervisão Bancária de Basileia teve a necessidade de continuar a melhorar o Acordo. No início de 1996, o Comité elaborou o documento “*Amendment to the capital accord to incorporate market risks*”¹¹, uma adenda para o risco de mercado, sendo este incluído no Acordo de Basileia I.

Segundo Dionne (2013), durante a década de 1980, as instituições financeiras intensificaram tanto as suas atividades de gestão do risco de mercado como de crédito, no entanto a gestão do risco operacional e do risco de liquidez apenas se revelou na década de 1990. Em 2002, devido à incorreta aplicação da gestão dos riscos, e o consequente

⁸ O Banco Herstatt era um banco privado localizado na Alemanha que foi à falência em 26 de junho de 1974.

⁹ Países Membros: Alemanha, Bélgica, Canadá, Estados Unidos, França, Itália, Japão, Países Baixos, Reino Unido, Suécia e Suíça.

¹⁰ Banco comercial britânico com sede em Londres, fundado em 1762.

¹¹ Documento emitido pelo Comité de Basileia para alterar o Acordo de Capital de julho de 1988, adicionando o risco de mercado, que fornece um relato detalhado da metodologia estabelecida para definir os requisitos de capital para o risco de mercado e descreve duas abordagens para medir o risco de mercado (método padronizado e modelos internos).

aumento de falências, foi introduzida nos EUA a regulamentação Sarbanes–Oxley Act¹², estipulando uma série de regras para as empresas. As bolsas de valores, incluindo a de Nova Iorque, também adicionaram regras de gestão do risco para as empresas listadas.

Devido às limitações do primeiro acordo de Basileia, em junho de 1999 o Comité de Supervisão Bancária de Basileia chegou a um novo acordo, o Acordo de Basileia II, sendo este aprovado em 2004 (BIS, 2014). De acordo com Lin, Sun, & Yu (2016) o Basel Committee on Banking Supervision publicou o Basileia II, promovendo um padrão internacional de forma a manter uma estabilidade económica geral. Este acordo mantém a estrutura do Acordo de Basileia I, sendo assente em três pilares: requisitos mínimos de fundos próprios, processo de supervisão e disciplina de mercado. O objetivo deste é ajustar os requisitos de capital dos bancos aos vários riscos a que estes estão expostos, de forma a melhorar as práticas de regulamentação e supervisão. Da mesma forma, este pretende dar respostas no que respeita à divulgação da informação a disponibilizar ao mercado, promovendo uma maior transparência (BIS, 2004). De acordo com Bessis (2015) o Pilar I surgiu com o propósito de tornar o regime prudencial resultante do acordo de Basileia I mais sensível ao risco, alterando o cálculo de requisitos de fundos próprios, de forma a cobrir não só o risco de crédito como também o risco de mercado e o risco operacional. Relativamente ao Pilar II, este diz respeito ao processo de supervisão que engloba estratégias, processos e mecanismos de controlo destinados à gestão do risco nos bancos. Assim sendo, os supervisores devem garantir que as instituições mantenham os níveis de capital interno adequado aos riscos incorridos, bem como encorajá-las a desenvolver melhores técnicas de gestão dos riscos e avaliar as mesmas.

Segundo Acharya, et al. (2010) as regulamentações financeiras como o Basileia I e o Basileia II, foram apenas projetadas para limitar o risco de cada instituição isoladamente, não sendo suficientemente concentradas no risco sistémico. Tendo em conta que ambos os acordos anteriores não foram suficientes para conter a crise financeira com início em 2007 e impedir o colapso do Lehman Brothers, a necessidade de criar um novo acordo tornou-se evidente, uma vez que um dos motivos que levou a esta crise, foi uma incorreta gestão do risco de crédito e de liquidez (BIS, 2014). Assim sendo, a 12 de setembro de

¹² Lei dos Estados Unidos, que visa garantir a criação de mecanismos de auditoria e segurança fidedignos, incluindo regras para a criação de órgãos encarregados de supervisionar as atividades e operações, de forma a mitigar riscos de negócios.

2010 foi apresentado o novo Acordo de Basileia III, e em meados de dezembro, as normas propostas foram emitidas pelo Comité de Basileia, apresentando os seguintes documentos “Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking system” e “Basel III: International framework for liquidity risk measurement, standards and monitoring”, nomeadamente BIS (2010a e 2010b). Este novo acordo, não aprimora apenas a regulação microprudencial da Basileia II, como também contém uma supervisão macroprudencial, com o objetivo de preservar a estabilidade financeira e regular o risco sistémico (Lin, Sun & Yu ,2016).

Tendo em conta as mudanças ocorridas ao longo dos anos, o Comité de Basileia tornou-se importante na medida em que conseguiu melhorar continuamente as regulações e exigências nas instituições financeiras, sendo que ao criar o Acordo de Basileia III, as lacunas dos anteriores acordos foram eliminadas. Através das regulações criadas, foi possível também harmonizar os processos a nível internacional, contribuindo para um sistema financeiro mais forte, transparente e eficaz (Peres, Cristovão, & Vasconcelos, 2017). Muitos autores acreditam que o Acordo de Basileia III possa manter o risco sistémico controlado no setor bancário, uma vez que introduziu novas medidas para que este não causasse impacto no normal funcionamento das instituições financeiras (Mendes, 2013).

Smaga (2014) afirma que embora o risco sistémico estivesse implícito antes da crise de 2007, o aumento de efeitos negativos gerados por este, aumentou exponencialmente o interesse dos investigadores em analisá-lo. Monitorizar e controlar o risco sistémico é essencial no setor bancário, uma vez que os bancos são vulneráveis a eventos adversos, induzindo ao pânico do sistema financeiro global (Albrecht, Glendening, Kim, & Pereira, 2020). Os autores Acharya, *et al.* (2010) argumentam que a regulação financeira deve ser focada na limitação do risco sistémico. A importância do contágio e do risco sistémico, tem sido enfatizada, uma vez que o risco deve ser visto como uma influência do sistema financeiro como um todo (Derbali & Hallara, 2016). Com isto, é importante ter em conta que as instituições financeiras necessitam ter medidas reguladoras e mecanismos de supervisão de forma a conseguirem restringir ao máximo riscos que lhes possam ser inerentes, prevenindo-as de eventuais crises financeiras. De acordo com o Banco de Portugal (2016) as crises passadas levaram à reavaliação dos modelos e das práticas de supervisão financeira internacional. Neste processo de reflexão internacional, o Comité de Supervisão Bancária de Basileia, o Conselho de Estabilidade Financeiro, o Conselho

Europeu do Risco Sistémico (CERS) e as autoridades europeias de supervisão para as áreas da banca, seguros e mercados financeiros, desempenharam um papel importante, promovendo a estabilidade financeira

2.1. Tipologia da Pesquisa

O presente estudo, no que respeita aos seus objetivos, é baseado numa pesquisa explicativa, uma vez que consiste em determinar o risco sistémico no sistema financeiro europeu. A técnica de análise utilizada é de abordagem quantitativa, tendo em conta que se trata de um estudo que consiste em mensurar o risco sistémico através de um modelo econométrico (regressão quantílica), de forma a estimar o CoVaR proposto por Adrian & Brunnermeier (2016). A aplicação prática desta dissertação é realizada com recurso ao Excel e ao software informático *EViews*.

2.2. Metodologia Empírica

2.2.1. Definição do CoVaR

O VaR consiste na perda máxima percentual que uma dada instituição i , pode ter num período específico t , dentro de determinado intervalo de confiança. Este é definido como o quantil $q\%$, dado pela seguinte equação 1:

$$(1) \Pr(X^i \leq VaR_q^i) = q\%,$$

onde X^i é a variável da instituição i no qual, o VaR_q^i é definido¹³. Desta forma, X^i é dado pelos retornos dos ativos da instituição i e o VaR_q^i representa as perdas e os ganhos da mesma, dado um intervalo de confiança $1-q$. O $CoVaR$ é definido pelo quantil $q\%$ da distribuição de probabilidade condicional dado pela seguinte equação 2:

$$(2) \Pr(X^j | C(X^i) \leq CoVaR_q^{j|(X^i)}) = q\%,$$

onde $CoVaR_q^{j|(X^i)}$ é o VaR da instituição j (ou sistema financeiro) condicional a determinado evento $C(X^i)$ da instituição i . A contribuição da instituição i para o risco sistémico da instituição j (ou sistema financeiro) é dada pela seguinte equação 3:

$$(3) \Delta CoVaR_q^{j|i} = CoVaR_q^{j|X^i = VaR_q^i} - CoVaR_q^{j|X^i = 50\%},$$

¹³ O VaR_q^i é caracteristicamente um número negativo e na prática o sinal é normalmente trocado. Neste estudo não será feito esse ajuste, tal como os autores Adrian & Brunnermeier (2016).

onde $CoVaR_q^{j|X^i=VaR_q^i}$ e $CoVaR_q^{j|X^i=VaR_{50}^i}$ dizem respeito ao VaR da instituição j (ou sistema financeiro) quando a instituição i está numa situação de *stress* (VaR_q^i) e quando a instituição i está numa situação mediana ($VaR_{50\%}^i$), respetivamente.

2.2.2. Total dos ativos financeiros avaliados pelo mercado

Adrian & Brunnermeier (2016) concentraram-se na análise no VaR_q^i e no $\Delta CoVaR_q^i$ das taxas de crescimento dos ativos financeiros totais avaliados pelo mercado, afirmando que estes estão diretamente relacionados com a oferta de crédito à economia real. Desta forma, a taxa de crescimento dos ativos totais avaliados pelo mercado de determinada instituição bancária i no período específico t é dado pela seguinte equação 4:

$$(4) X_t^i = \frac{ME_t^i LEV_t^i - ME_{t-1}^i LEV_{t-1}^i}{ME_{t-1}^i LEV_{t-1}^i} = \frac{A_t^i - A_{t-1}^i}{A_{t-1}^i}, \text{ sendo } A_t^i = ME_t^i LEV_t^i = BA_t^i \left(\frac{ME_t^i}{BE_t^i} \right),$$

onde o ME_t^i diz respeito ao valor de mercado do património líquido total da instituição i no período t e o LEV_t^i consiste na relação entre o valor contabilístico dos ativos totais da instituição i no período t , e do valor contabilístico do património líquido total da instituição i no período t , nomeadamente $\frac{BA_t^i}{BE_t^i}$.

2.2.3. Estimação do CoVaR

Adrian & Brunnermeier (2016) estimaram o CoVaR através do método de regressão quantílica, considerando este um método mais simples e eficiente. No entanto existem outros métodos para o estimar, como por exemplo o modelo GARCH. O método de regressão de quantis foi proposto inicialmente por Koenker & Bassett (1978) e consiste numa alternativa mais robusta do método de regressão dos mínimos quadrados ordinários.

O valor previsto de uma determinada instituição i para um quantil $q\%$ é dado pela seguinte equação 5:

$$(5) \hat{X}_q^{sistema,i} = \hat{\alpha}_q^i + \hat{\beta}_q^i X^i,$$

onde $\hat{X}_q^{system,i}$ indica o valor previsto para um quantil condicional à instituição i , $\hat{\alpha}_q^i$ é a constante do sistema financeiro e o $\hat{\beta}_q^i$ representa a contribuição do retorno da instituição financeira para o retorno do sistema.

A definição do VaR é dada pela seguinte equação 6:

$$(6) VaR_q^{sistema,i} | X^i = \hat{X}_q^{sistema,i},$$

onde o valor previsto a partir da regressão de quantis do sistema sobre a instituição i consiste no VaR do sistema financeiro condicional a X^i , onde X^i é apenas o quantil condicional. Utilizando um valor previsto particular de $X^i = VaR_q^i$ gera-se a medida $CoVaR$ (para o evento condicional $X^i = VaR_q^i$). A medida específica $CoVaR$ é dada pela seguinte equação 7:

$$(7) CoVaR_q^{sistema|X^i=VaR_q^i} = VaR_q^{sistema} | VaR_q^i = \hat{\alpha}_q^i + \hat{\beta}_q^i VaR_q^i.$$

O $\Delta CoVaR$ é dado pela seguinte equação 8:

$$(8) \Delta CoVaR_q^{sistema|i} = \hat{\beta}_q^i (VaR_q^i - VaR_{50\%}^i),$$

onde $\hat{\beta}_q^i$ é dado por uma regressão onde a variável dependente diz respeito ao retorno e a variável independente ao retorno da ação. O VaR_q^i e o $VaR_{50\%}^i$ consistem nos valores de VaR calculados nos quantis $q\%$ e 50% respetivamente.

2.2.4. Variação no Tempo associada às Variáveis de Estado

De forma a capturar a variação no tempo na distribuição conjunta de X^i e $X^{sistema}$, é estimado um vetor das variáveis de estado desfasadas M_{t-1} . Este vetor contém variáveis que refletem mudanças macroeconómicas nas instituições financeiras. Assim sendo, a função da distribuição dos retornos da instituição i não depende só dos retornos da instituição j , mas também das variáveis de estado desfasadas.

$$(9) X_t^i = \alpha^i + \gamma^i M_{t-1} + \varepsilon_t^i,$$

$$(10) X_t^{sistema} = \alpha^{sistema|i} + \beta^{sistema|i} X_t^i + \gamma^{sistema|i} M_{t-1} + \varepsilon_t^{sistema|i}.$$

Em seguida, são gerados os valores previstos a partir dessas regressões, de forma a obter:

$$(11) VaR_t^i(q) = \hat{\alpha}_q^i + \hat{\gamma}_t^i M_{t-1},$$

$$(12) \quad CoVaR_t^i(q) = \hat{\alpha}^{sistema|i} + \hat{\beta}^{sistema|i} VaR_t^i(q) + \hat{\gamma}^{sistema|i} M_{t-1}.$$

Por último, é calculado o $\Delta CoVaR_t^i$ para cada instituição:

$$(13) \quad \Delta CoVaR_t^i(q) = CoVaR_t^i(q) - CoVaR_t^i(50\%)$$

$$(14) \quad = \hat{\beta}^{sistema|i} (VaR_t^i(q) - VaR_t^i(50\%)).$$

Através destas regressões é obtido o $\Delta CoVaR_t^i$ semanal para cada uma das instituições.

2.3. Recolha e Seleção de Dados

2.3.1. Instituições Financeiras

As crises passadas relatam evidências dos efeitos negativos que os diferentes países podem gerar entre si devido à interligação entre grandes instituições financeiras internacionais. Neste estudo, o sistema financeiro é definido como um conjunto de instituições bancárias sistemicamente importantes a nível internacional. A aplicação empírica desta dissertação foca-se em bancos do mercado financeiro da Europa evidenciada no Apêndice A, no qual se inserem 20 bancos europeus pertencentes ao Índice STOXX Europe 600¹⁴. A partir da lista publicada pelo FSB no qual constam os bancos globais sistemicamente importantes (G-SIBs)¹⁵ foi possível fazer uma melhor seleção da amostra.

A recolha de dados da amostra compreende um período com início a 1 de janeiro de 2007, terminando a 31 de agosto de 2021. Assim sendo, o período engloba o aparecimento da crise financeira de 2007 que se estendeu para a Europa em meados de 2010 e o aparecimento da COVID-19 na Europa em 2020 prolongando-se até à atualidade.

¹⁴ O Índice STOXX Europe 600 é um índice de ações europeias com um total de 600 componentes, representado por empresas de grande, média e pequena capitalização em 17 países europeus: Áustria, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Holanda, Noruega, Polónia, Portugal, Espanha, Suécia, Suíça e Reino Unido.

¹⁵ O FSB e o BCBS em 2020 identificaram os G-SIBs com base em dados inerentes ao final de 2019, estando a lista disponível no website: <https://www.fsb.org/2020/11/2020-list-of-global-systemically-important-banks-g-sibs/>

Através do website *investing*¹⁶ efetuou-se a recolha das cotações diárias do índice e das instituições selecionadas. Após a recolha de dados diários, os mesmos foram convertidos em dados semanais.

2.3.2. Variáveis de Estado

Adrian & Brunnermeier (2016) utilizaram um conjunto de variáveis de estado de forma a estimar a variação no tempo do $CoVaR_t$ e do VaR_t . Segundo estes, estas variáveis não devem ser interpretadas como fatores do risco sistémico, mas sim como variáveis que condicionam a média e a volatilidade das medidas de risco, como tal acontece nas instituições financeiras. Para capturar as características da economia na Europa estas variáveis foram adaptadas para esse mesmo contexto, sendo deste modo excluídas duas variáveis. Nomeadamente, a mudança no *spread* de crédito entre os títulos com classificação BAA e a taxa do tesouro e o retorno semanal do setor imobiliário. Uma vez que, na Europa não há títulos com esta classificação e devido à falta de informação disponibilizada acerca do setor imobiliário na Europa. Assim sendo as variáveis consideradas e adaptadas são as seguintes:

- i. Euro STOXX 50 Volatility (VSTOXX)¹⁷ que captura a volatilidade implícita no mercado de ações na europa;
- ii. *Spread* de liquidez de curto prazo, que consiste na diferença entre a Taxa de Euribor a 3 meses e o rendimento dos títulos do governo da Alemanha a 3 meses. Esta variável mede o risco de liquidez de curto prazo¹⁸;
- iii. Mudança no rendimento dos títulos do governo da Alemanha a 3 meses, que consiste na variação percentual;
- iv. Curva do rendimento, que consiste no *Spread* de rendimento entre os rendimentos dos títulos do governo da Alemanha de 10 anos e 3 meses (*spread* de longo prazo);
- v. Retornos por ação do Índice STOXX Europe 600.

¹⁶ <https://pt.investing.com/indices/stoxx-600>

¹⁷ De acordo com o website <https://www.stoxx.com/index-details?symbol=V2TX> o índice VSTOXX mede a volatilidade implícita das opções do índice Euro STOXX 50. As cotações diárias do VSTOXX foram retiradas do website The Wall Street Journal.

¹⁸ Foi utilizada a taxa Euribor a 3 meses obtida a partir do website *Statistical Data Warehouse* e os rendimentos dos títulos do governo da Alemanha a 3 meses retirado do website *investing*.

Embora a amostra seja internacional, uma vez que nela constam oito países europeus, foram utilizadas algumas variáveis da Alemanha como representante das avaliações dos bancos em toda a Europa. Esta suposição deve-se ao facto da Alemanha ser um país com impacto no resto da Europa e por ter uma classificação de risco de crédito com *rating* AAA¹⁹.

¹⁹ A classificação de crédito avalia o valor do crédito de emissões da dívida de determinada empresa ou governo. Esta avaliação é feita por agências de classificação de risco, nomeadamente a *Fitch Ratings*, *Moody's* e *Standard & Poor's*, sendo o rating atribuído mais elevado o AAA.

CAPÍTULO III – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1. Estatística Descritiva

Na seguinte Tabela 2 podemos observar a estatística descritiva dos retornos semanais das respetivas instituições bancárias selecionadas, no qual constam 764 observações para cada uma das instituições financeiras.

Tabela 2 - Estatística descritiva dos retornos das instituições financeiras da amostra

Banco	Média	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão	Assimetria	Curtose	Jarque-Bera
BARC	-0,0020	0,7286	-0,6492	0,0795	-0,2234	30,0118	23233,09
BBVA	-0,0019	0,3360	-0,2808	0,0566	0,0639	8,9378	1122,88
BNPP	-0,0009	0,3392	-0,3661	0,0574	-0,3156	9,6589	1424,19
CAGR	-0,0013	0,2412	-0,3163	0,0601	-0,3947	6,7503	466,94
CRDI	-0,0051	0,2339	-0,7925	0,0733	-2,3131	23,0920	13532,08
DANSKE	-0,0011	0,2869	-0,4161	0,0507	-0,9094	13,6822	3723,11
DBKGn	-0,0032	0,3541	-0,5130	0,0620	-0,4955	12,6342	2985,98
INGA	-0,0014	0,2600	-0,5467	0,0683	-1,4335	14,5646	4513,10
HSBA	-0,0011	0,1441	-0,3088	0,0366	-1,0104	11,9433	2676,09
ISP	-0,0013	0,1848	-0,2963	0,0550	-0,9800	7,9188	892,48
JYSK	-0,0005	0,2298	-0,2206	0,0449	-0,4631	7,2970	615,08
KBC	-0,0007	0,3627	-0,6042	0,0765	-1,2497	16,9273	6373,52
LLOY	-0,0027	0,6096	-0,6911	0,0734	-0,8487	28,2460	20381,07
NDASE	-0,0002	0,2759	-0,2980	0,0426	-0,7528	13,4485	3547,47
SAN	-0,0017	0,4047	-0,2994	0,0561	-0,0039	10,8145	1943,92
SEBa	-0,0003	0,7230	-0,5303	0,0634	0,6488	35,9523	34619,94
SHBa	0,0003	1,2671	-1,1251	0,1328	0,9254	65,8356	125796,90
SOGIN	-0,0025	0,2509	-0,3187	0,0656	-0,4716	6,1926	352,33
SWEDa	-0,0004	0,4097	-0,3772	0,0554	-0,3641	14,3633	4127,35
SYDB	-0,0009	0,2007	-0,3432	0,0474	-1,5597	14,8839	4805,45

Fonte: Elaboração Própria

Relativamente às observações apresentadas, podemos verificar que todas as variáveis apresentam uma média de retornos próxima de zero e negativa, com exceção do SHBA cuja média é positiva. Os bancos da Suécia (NDASE, SEBA, SHBA e SWEDA), são os que apresentam uma maior média relativamente aos retornos dos ativos. No entanto, verifica-se que estes têm uma diferença significativamente maior entre os retornos máximos e os retornos mínimos. Quanto ao desvio padrão, o SHBA é o banco que tem um valor mais elevado, traduzindo-se numa maior volatilidade. Desta forma é possível observar que as instituições financeiras com retorno médio mais elevado são as que apresentam maior volatilidade. O BBVA, o SEBA e o SHBA são os únicos bancos com valores positivos de assimetria, evidenciando uma maior probabilidade de obter retornos

negativos. No que respeita ao valor da curtose das instituições bancárias, uma vez que todos os valores são elevados, leva a que a distribuição tenha uma cauda pesada, o que indica que os valores existentes são muito afastados da média. O *p-value* da estatística do teste Jarque-Bera inferior a 5%, leva a que a hipótese nula da normalidade dos retornos seja rejeitada, justificando a opção de utilização da regressão quantílica para a estimação do *CoVaR*.

A Tabela 3 evidencia as estatísticas resumidas das variáveis de estado utilizadas, bem como o nível de *stress* de 1% e 2%. No que respeita à quantidade de observações, todas as variáveis têm 764, exceto a variável i. que tem 661, uma vez que não foi possível encontrar informação desde 2007. Desta forma, o período representado pela variável i. tem início a 29 de dezembro de 2008.

Tabela 3 – Resumo das estatísticas das variáveis de estado

Variável	Média	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão	Nível de Stress 1%	Nível de Stress 2%
i.	22,69505	78,8480	11,3533	8,2996	47,9000	45,5760
ii.	0,4301	2,7188	-0,0360	0,3452	1,8268	1,4320
iii.	0,6099	15,1023	-41,198	2,3060	-3,3577	-3,2819
iv.	1,1567	3,1020	-0,2606	0,8228	3,0325	2,9392
v.	0,0001	0,1244	-0,2425	0,0280	-0,08291	-0,06607

Fonte: Elaboração Própria

Adrian & Brunnermeier (2016) definem o nível de *stress* de 1% como o valor médio condicionado ao sistema financeiro estar em “*stress*”, aplicando-se o mesmo neste estudo, adicionando também o nível de *stress* de 2%, possibilitando a melhores resultados e a uma análise comparativa. Relativamente à variável i., a média da pior semana durante os períodos de *stress* é de 47,9 e 45,576, para 1% e 2% respetivamente, uma vez que para esta variável os piores valores para o sistema financeiro correspondem aos mais elevados da cotação do VSTOXX. Da mesma maneira acontece com a variável ii. e iv., sendo que um elevado nível de *stress* corresponde a um valor acentuado nas variáveis ii e iv. O inverso se verifica nas variáveis iii. e v. Como seria de esperar, observa-se que para um nível de *stress* de 2% os resultados são melhores, uma vez que para este nível, no caso das variáveis i., ii., e iv., os valores são menores, e no caso das restantes variáveis, nomeadamente, a iii., e v., os valores são maiores.

A Tabela 4 evidencia as estimativas dos retornos dos ativos e das medidas de risco tendo em conta a variação de tempo associada às variáveis de estado. Para cada uma destas

variáveis obteve-se 15.280 observações, uma vez que estas são representadas por 20 instituições financeiras com base em dados semanais. Desta forma, O X_t^i é obtido a partir dos retornos dos ativos, o Var_t^i , $CoVar_t^i$ e o $\Delta CoVar_t^i$ são obtidos o através das regressões (11), (12) e (13), respetivamente, para o quantil de 1% e 2%.

Tabela 4 - Resumo das estatísticas para as estimações das medidas de risco

Variável	Média	Desvio Padrão	Nível de Stress 1%	Nível de Stress 2%
X_t^i	-0,0014	0,0658	-	-
$Var_t^i(1\%)$	-0,1437	0,1377	-	-
$Var_t^i(2\%)$	-0,0964	0,0702	-	-
$CoVar_t^i(1\%)$	-0,1024	0,0935	-	-
$CoVar_t^i(2\%)$	-0,0778	0,0774	-	-
$\Delta CoVar_t^i(1\%)$	-0,1032	0,0905	-0,4082	-0,3648
$\Delta CoVar_t^i(2\%)$	-0,0787	0,0727	-0,3124	-0,2747

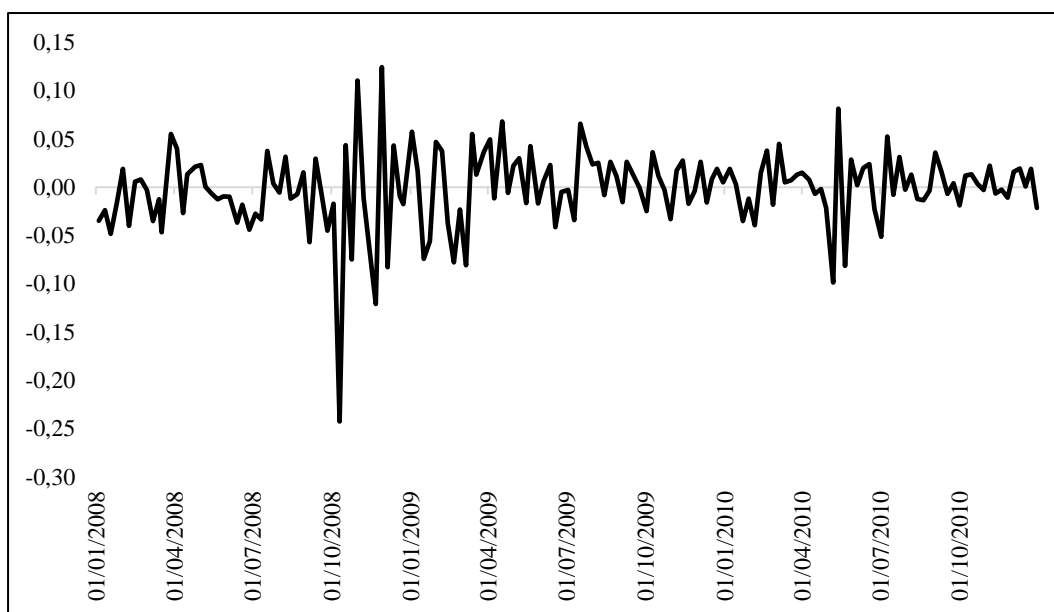
Fonte: Elaboração Própria

3.2. Evolução dos Retornos dos Ativos Financeiro

Neste ponto será analisado o comportamento dos retornos semanais do Índice STOXX Europe 600 e dos bancos da amostra. Desta forma será possível compreender o impacto que determinados eventos têm sobre os mercados e verificar indícios do risco sistémico através das oscilações. Posto isto, são destacados dois períodos alusivos a eventos específicos. O primeiro é de 1 de agosto de 2008 até 1 de dezembro de 2010 (Gráfico 1 e o Gráfico 2), referente à crise de *Subprime* e o segundo é de 1 de novembro de 2019 até 31 de agosto de 2021 (Gráfico 3 e o Gráfico 4), referente ao aparecimento da COVID-19 na Europa.

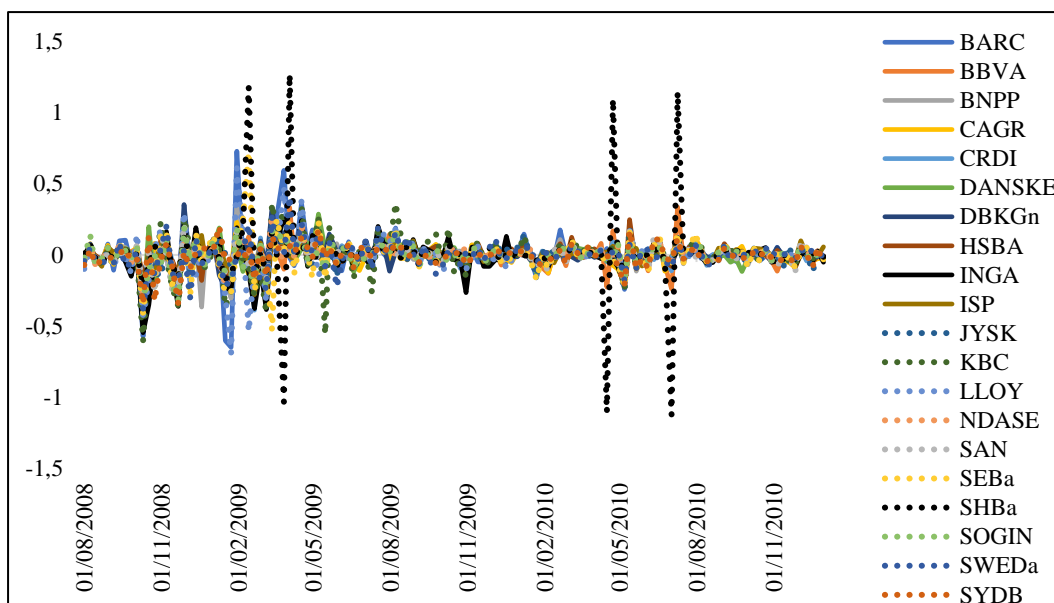
Relativamente ao Gráfico 1, verificamos que houve uma acentuada diminuição dos retornos do STOXX no início de outubro de 2008, após a falência do Lehman Brothers, evidenciando sinais de que a crise de *Subprime* afetou os mercados. O mesmo acontece no Gráfico 2 relativamente aos retornos dos bancos, observando-se algumas oscilações pontais que expõem a propagação do risco sistémico nas Instituições Financeiras da Europa de 2009 até 2010 (Crise da Dívida Soberana Europeia).

Gráfico 1 - Retornos semanais do STOXX de 1 de agosto de 2008 a 31 de dezembro de 2010



Fonte: Elaboração Própria

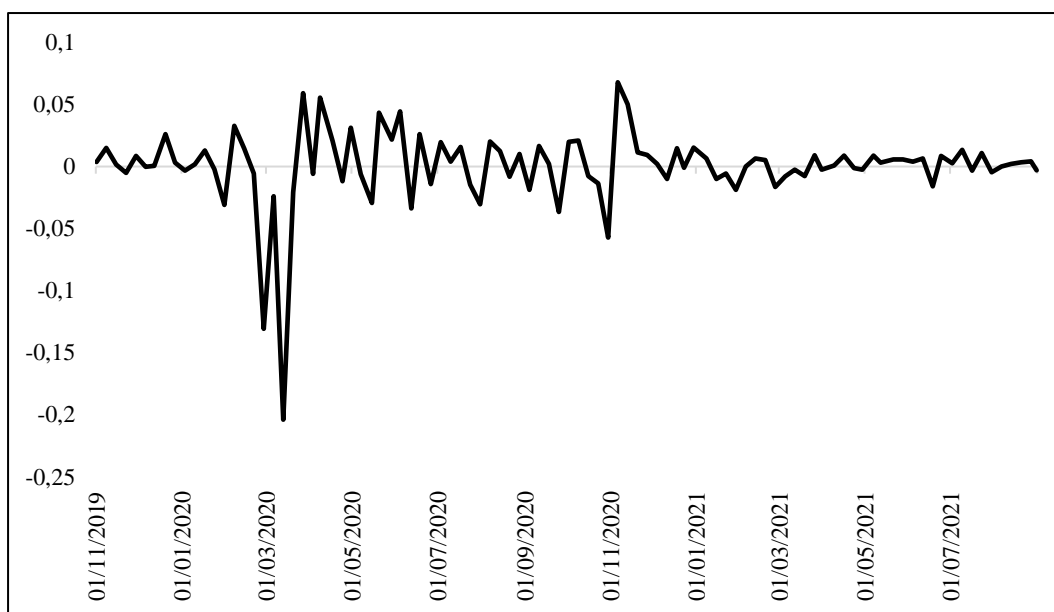
Gráfico 2 - Retornos Semanais dos Bancos da amostra de 1 de agosto de 2008 a 31 de dezembro de 2010



Fonte: Elaboração Própria

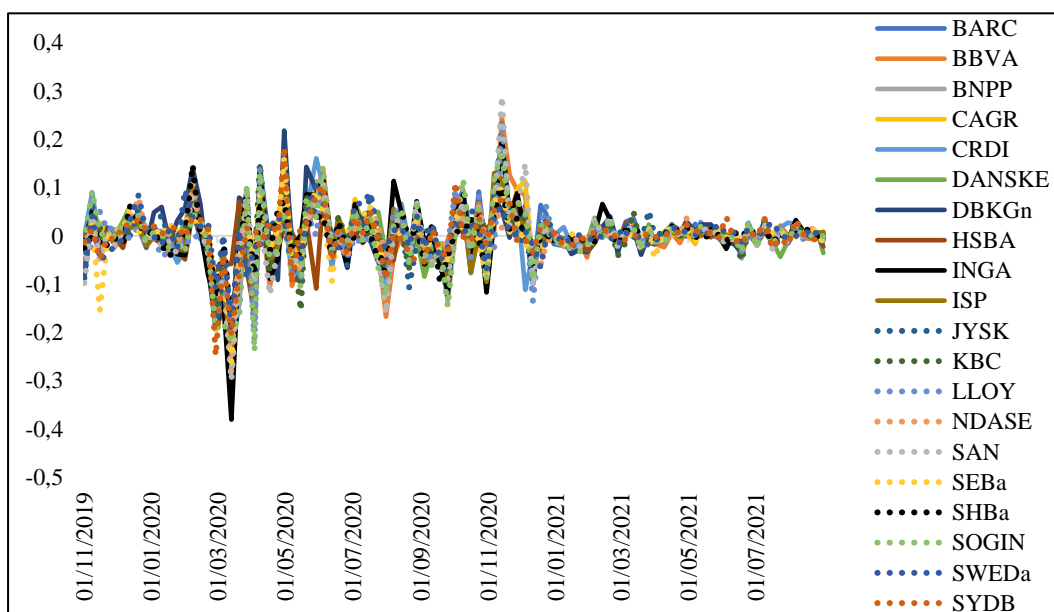
Quanto ao Gráfico 3 há uma elevada diminuição dos retornos no final de fevereiro, no qual consta a data referente ao aparecimento da COVID-19 na Europa, sendo o pico do retorno mínimo no período em que a COVID-19 foi classificada como Pandemia. Da mesma maneira se sucede no Gráfico 4 relativo aos retornos dos bancos, denotando-se oscilações até final de 2020.

Gráfico 3 - Retornos semanais do STOXX de 1 de novembro de 2019 até 31 de agosto de 2021



Fonte: Elaboração Própria

Gráfico 4 - Retornos semanais dos Bancos da amostra de 1 de novembro de 2019 até 31 de agosto de 2021



Fonte: Elaboração Própria

3.3. Medidas de Risco das Instituições Financeiras

Esta secção apresenta os resultados das medidas calculadas para o risco individual de cada instituição bancária, e para o risco sistémico. Com intuito de encontrar melhores resultados, estimou-se o VaR e o $\Delta CoVaR$ para 1% e 2%, de forma a abranger um maior número de observações e possibilitando a uma análise comparativa. Inicialmente serão

expostos os resultados do VaR e do $\Delta CoVaR$ dos Banco individuais da amostra²⁰, sendo posteriormente evidenciada uma comparação entre estas duas medidas. A Tabela 5 revela os resultados das medidas de risco calculadas de cada banco para o quantil de 1% e 2%, sendo os valores reportados em percentagens²¹. No Apêndice são fornecidos detalhes acerca dos valores utilizados na equação (7) e (8) para determinar o $\Delta CoVaR$. O VaR^i foi determinado através dos retornos de cada uma das instituições a 1% e a 2%. Os valores evidenciados na tabela seguinte, demonstram que o banco que apresenta um maior risco individual é o KBC para um VaR^i a 1% e 2% seguido do INGA para um VaR^i a 1% e o CRDI para um VaR^i a 2%. Quanto ao banco que apresenta um menor risco individual este é o HSBA seguido do NDASE, ambos para um VaR^i a 1% e 2%. Desta forma verificamos que para um VaR^i a 2% os valores obtidos são menores, no entanto os resultados são idênticos.

Tabela 5 - Resultados das medidas de risco de cada banco para o quantil de 1% e 2%.

Bancos	$VaR^i_{1\%}$	$VaR^i_{2\%}$	$\Delta CoVaR^{sistema i}_{1\%}$	$\Delta CoVaR^{sistema i}_{2\%}$
BARC	-24,16%	-16,80%	-10,74%	-8,27%
BBVA	-19,42%	-12,65%	-12,19%	-8,75%
BNPP	-17,90%	-14,53%	-15,13%	-11,81%
CAGR	-18,56%	-13,98%	-15,32%	-11,03%
CRDI	-25,49%	-17,22%	-17,12%	-11,54%
DANSKE	-19,22%	-11,72%	-10,67%	-7,42%
DBKGn	-18,96%	-12,97%	-13,35%	-8,39%
HSBA	-13,52%	-7,47%	-16,06%	-9,28%
INGA	-26,59%	-14,48%	-16,29%	-9,45%
ISP	-21,84%	-12,89%	-20,39%	-11,19%
JYSK	-15,72%	-11,38%	-13,44%	-10,51%
KBC	-28,64%	-20,18%	-13,69%	-10,55%
LLOY	-28,32%	-17,51%	-14,05%	-9,07%
NDASE	-15,15%	-9,37%	-13,72%	-8,75%
SAN	-20,46%	-12,82%	-15,83%	-9,27%
SEBa	-24,96%	-15,46%	-11,56%	-8,44%
SHBa	-19,14%	-10,21%	-1,87%	-1,11%
SOGIN	-23,60%	-16,66%	-17,81%	-11,54%
SWEDa	-20,12%	-13,76%	-12,98%	-9,27%
SYDB	-17,48%	-9,82%	-12,40%	-7,00%

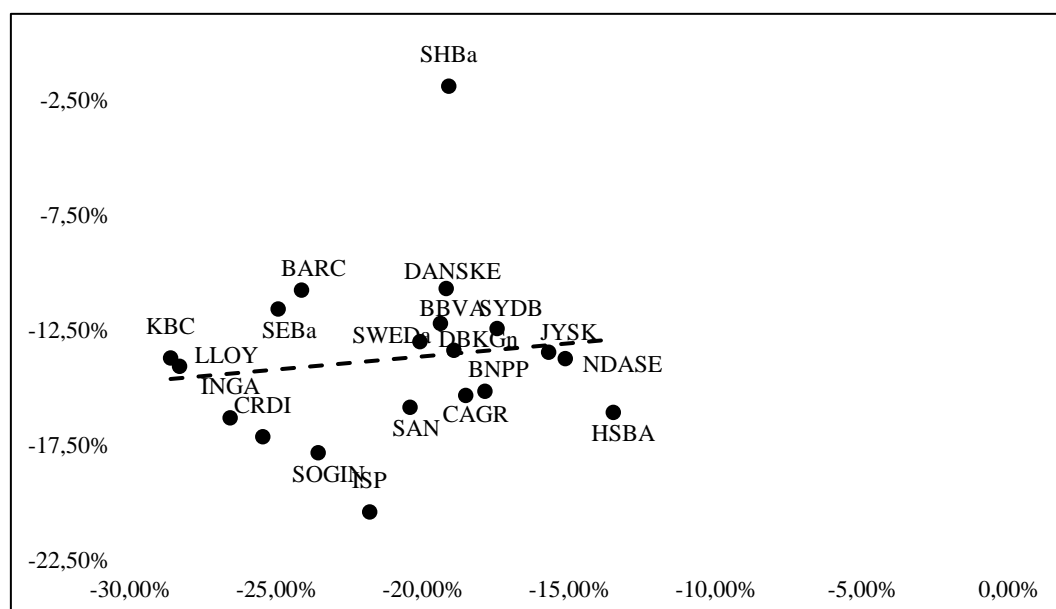
²⁰ No Apêndice B é possível observar a ponderação (em percentagem) para cada ano dos bancos da amostra, que denota o valor percentual do ativo de cada banco sobre o ativo de todo o sistema financeiro, nomeadamente de todos os bancos selecionado.

Quanto aos resultados da Tabela 5 relativos à medida de risco sistémico, o $CoVaR^{sistemali}$, observa-se que estes são opostos dos analisados anteriormente. O banco que apresenta maior risco sistémico para um quantil de 1% é o ISP seguido do SOGIN. Para um quantil de 2% o banco que apresenta maior risco sistémico é o BNPP, seguido do CRDI. O banco que apresenta menor risco sistémico para um quantil de 1% e 2% é o SHBa, seguido do BARC para um quantil de 1% e DANSKE para um quantil de 2%.

Adrian & Brunnermeier (2016) explicam algumas das vantagens do $\Delta CoVaR$ sobre o VaR, através de um gráfico de dispersão. Da mesma maneira, neste estudo também se recorreu ao mesmo, de forma a exibir uma comparação entre estas duas medidas de risco e também de forma a mostrar a diferença do comportamento dos valores do VaR e do $\Delta CoVaR$ para os níveis de *stress* de 1% e 2%.

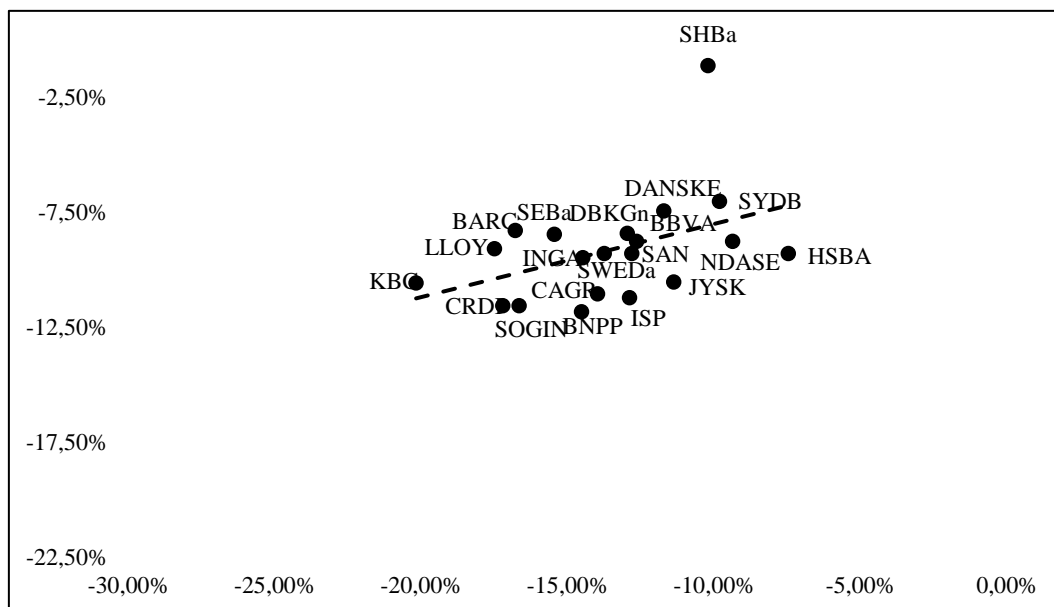
Os Gráficos de dispersão seguinte, mostram a relação entre o VaR (eixo do x) e o $\Delta CoVaR$ (eixo do y) dos valores observados na Tabela 5, para um quantil de 1% evidenciado no Gráfico 5 e para um quantil de 2%, evidenciado no Gráfico 6. Posteriormente, apresentam-se os resultados estatísticos das regressões elaboradas para os gráficos seguintes.

Gráfico 5 - Relação do VaR e do $\Delta CoVaR$ para o quantil de 1% dos Bancos, sendo que o eixo do x pertence ao VaR e o eixo do y pertence do $\Delta CoVaR$



Fonte: Elaboração Própria

Gráfico 6 - Relação do VaR e do ΔCoVaR para o quantil de 2% dos Bancos, sendo que o eixo do x pertence ao VaR e o eixo do y pertence do ΔCoVaR



Fonte: Elaboração Própria

Quando observamos o Gráfico 5, verificamos que o VaR do SHBa e do DANSKE são idênticos, no entanto quando comparados com os valores do ΔCoVaR a diferença é considerável, indicando que o DANSKE que apresenta um ΔCoVaR maior contribui mais para o risco sistêmico. O mesmo acontece no Gráfico 6, quando se compara o SHBa com o SYDB. Verificamos ainda que o alargamento do nível de *stress* de 1% para 2% teve como efeito uma diminuição da dispersão dos valores. Possibilitando uma melhor observação dos valores, podemos verificar na Tabela 6 seguinte os resultados da estatística da regressão.

Tabela 6 - Estatística da regressão do Gráfico 5 e do Gráfico 6

	Gráfico 5	Gráfico 6
R²	0,0177	0,1824
F-Snedcor	0,3239	4,0170
P-Value	0,5763	0,0603
Observações	20	20

Fonte: Elaboração Própria

Relativamente ao R², este exprime a proximidade dos dados em relação à linha da regressão, isto é, dá-nos a percentagem de variação da variável dependente, nomeadamente do ΔCoVaR , explicada pela regressão. Observa-se para 1% e 2% um R² de 0,0177 e 0,1824 respetivamente, que se traduz numa baixa correlação, o que explica a

utilização do ΔCoVaR em substituição ao VaR, no que concerne à contribuição dos bancos para o *stress* do sistema financeiro. Denota-se também um aumento substancial R^2 ajustado se comparamos o Gráfico 5 do Gráfico 6. Desta forma, quanto mais exigente for o nível de stress, maior é a capacidade de explicação dos valores do ΔCoVaR relativamente ao VaR.

Quanto à distribuição *F-Snedcor*, esta permite avaliar a regressão na sua globalidade, bem como também a relevância do contributo da variável independente (VaR) para a explicação da variável dependente (ΔCoVaR). Tendo em conta os valores evidenciados na Tabela 6, podemos afirmar que a hipótese nula de significância da regressão na sua globalidade, é rejeitada em ambos os casos, uma vez que o *p-value* da F-Snedcor é superior a 5%. No entanto, observa-se que o *p-value* é 0,5763 para o Gráfico 5 e 0,0603 para o Gráfico 6 (muito próximo de 5%), o que vem demonstrar o que se verificou anteriormente nos valores do R^2 , nomeadamente que para 2% o ΔCoVaR explica mais o VaR do que para 1%.

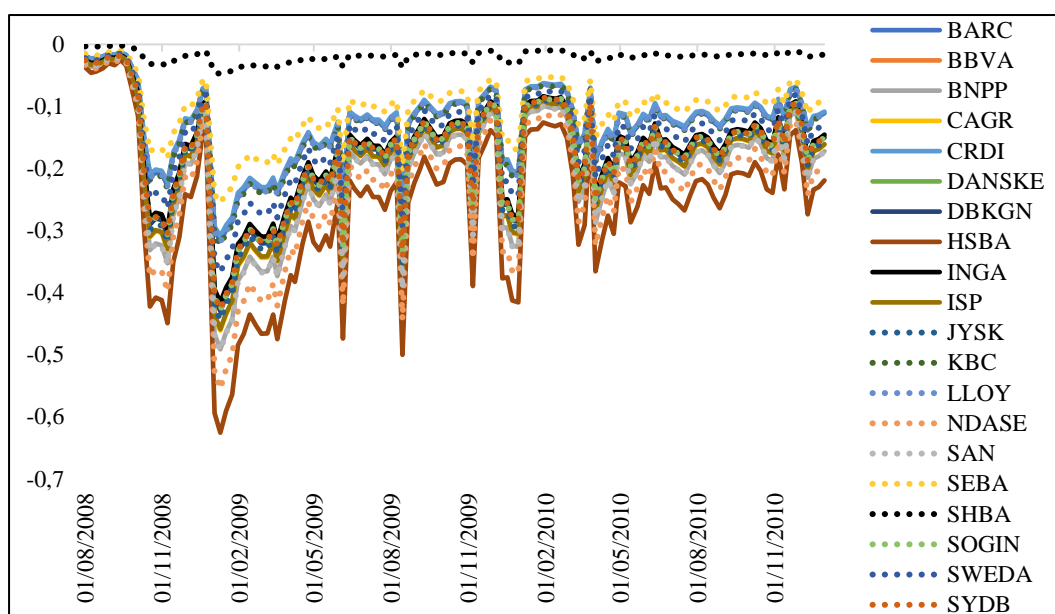
Esta alteração ao nível da significância estatística da regressão entre o ΔCoVaR e VaR vem demonstrar a importância da consideração do ΔCoVaR em vez do VaR dos níveis de *stress* extremos.

3.4. Variação no Tempo associado às Variáveis de Estado do CoVaR

Tendo em conta a variação no tempo associada às variáveis de estado será possível verificar a variação desta medida em períodos específicos. Desta forma, estimou-se o ΔCoVaR_t^i semanal para todas as instituições bancárias. No Apêndice D são fornecidos detalhes acerca dos valores utilizados na equação (11), (12) e (13) para determinar o ΔCoVaR_t^i . Esta análise permite fazer uma avaliação mais profunda do risco sistémico, uma vez que possibilita a observação do comportamento do ΔCoVaR ao longo do tempo. Posto isto, nesta secção será destacado, como anteriormente, o período de 1 de janeiro de 2008 até 31 de dezembro de 2010 e o de 1 de novembro de 2019 até 31 de agosto de 2021.

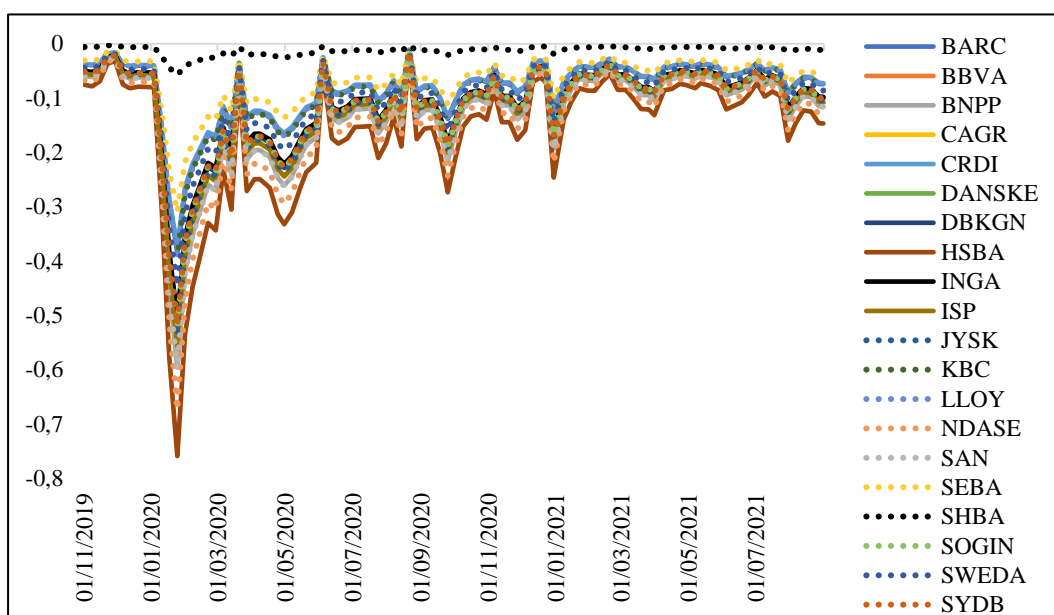
Podemos observar a variação no tempo do ΔCoVaR dos Bancos para o quantil de 1%, no período de 1 de agosto de 2008 a 31 de dezembro de 2010 no Gráfico 7 e no período de 1 de novembro de 2019 a 31 de agosto de 2021 no Gráfico 8, seguintes.

Gráfico 7 - $\Delta CoVaR$ dos Bancos para o quantil de 1% de 1 de agosto de 2008 a 31 de dezembro de 2010



Fonte: Elaboração Própria

Gráfico 8 - $\Delta CoVaR$ dos Bancos para o quantil de 1% de 1 de novembro de 2019 a 31 de agosto de 2021



Fonte: Elaboração Própria

Relativamente à variação do $\Delta CoVaR$ evidenciada no Gráfico 7, verifica-se um aumento desta após a falência do Banco Lehman Brothers. No entanto o risco expresso por alguns bancos é maior do que outros. Assim sendo, o HSBA e o NDASE são os bancos que mais contribuem para os risco sistémico ao longo do tempo, seguido do BNPP. Quanto ao banco que menos contribui para o risco sistémico este é o SHBa.

No gráfico 8 verifica-se um aumento da variação do $\Delta CoVaR$ no início de 2020, data em que a COVID-19 se espalhou na Europa. Posto isto, os bancos que mais contribuem para o risco sistémico bem como o que menos contribui para este, são os mesmo do gráfico anterior. Portanto, tendo em conta esta análise, observa-se que a contribuição do risco sistémico de cada banco não se alterou do Gráfico 7 para o Gráfico 8, nomeadamente do ano 2008 até 2021.

O objetivo deste estudo foi utilizar a medida ΔCoVaR de Adrian & Brunnermeier (2016) para a determinação do risco sistémico no sistema financeiro da Europa. Em primeiro lugar, foram consideradas as instituições bancárias mais relevantes, pertencentes ao Índice STOXX Europe 600. Posteriormente, atendendo à metodologia proposta, procedeu-se à determinação das medidas de risco sistémico, VaR, CoVaR e ΔCoVaR . Adicionalmente ao estudo destas medidas, avaliou-se o comportamento dos retornos dos Bancos selecionados.

Através da análise dos retornos apresentados, observou-se que embora estes não determinem o risco sistémico no sistema bancário europeu, as oscilações em períodos de crise possibilitam a verificação de indícios da sua existência nos mercados de ações. Relativamente aos valores do ΔCoVaR , estes denotam que os bancos que contribuem mais para o risco sistémico do sistema financeiro europeu, dentro da amostra selecionada, para os quantis de 1% e 2%, são o ISP e o BNPP respetivamente. Quanto aos valores do VaR, estes apresentam resultados diferentes do ΔCoVaR , sendo o banco com o valor mais elevado para 1% o KBC e para 2% o INGA. Recorrendo a um gráfico de dispersão, considerando os valores do VaR e do ΔCoVaR , concluiu-se que embora alguns bancos apresentem o mesmo VaR, sendo igualmente arriscados, o mesmo não acontece com o seu ΔCoVaR , uma vez que um elevado valor do ΔCoVaR vai evidenciar qual das instituições bancárias contribui mais para o risco do sistema financeiro. Tendo em conta a comparação do nível de stress de 1% e 2% verificou-se também que a dispersão dos valores diminui com o aumento do nível, concluindo-se que quanto mais exigente for o nível de stress, maior é a capacidade de explicação dos valores do ΔCoVaR relativamente ao VaR.

De forma a observar dois eventos específicos, como a crise do *Subprime* que faz parte do passado, e o aparecimento da COVID-19 que se insere no presente, determinou-se a variação no tempo do ΔCoVaR associado às variáveis de estado. A utilização destas variáveis de estado adaptadas ao estudo, permitiram uma melhor estimativa da relação entre os bancos individuais, o sistema financeiro e os vários cenários económicos (fatores externos às instituições financeiras). Os resultados mostram que após a falência do Banco Lehman Brothers, a 15 de setembro de 2008, o ΔCoVaR aumentou para todas as instituições bancárias consideravelmente, à exceção do SHBa, que embora o valor sofresse algumas oscilações, estas não foram muito elevadas. Os bancos que sofreram uma maior variação do ΔCoVaR foram o HSBA, o NDASE e o BNPP. Quanto ao período

mais atual, verificou-se que no início de 2020, data em que a pandemia se espalhou na Europa, o ΔCoVaR aumentou constantemente até fevereiro, diminuindo gradualmente até à atualidade. Como conclusão deste estudo, pode dizer-se que a variação do ΔCoVaR nestes períodos específicos, vem salientar que o risco sistémico se manifesta sempre em cenários de *stress*.

No decorrer deste estudo, foram aparecendo algumas limitações, sendo a principal relativa ao tamanho da amostra. Uma vez que o período da amostra engloba um elevado número de anos, foi difícil recolher valores para todos os anos, acabando por se refletir no número de instituições bancárias selecionadas. Relativamente às variáveis de estado, as mesmas também tiveram que ser adaptadas para o contexto económico, não sendo possível utilizar duas delas.

Como sugestão a outros estudos posteriores, seria de certa forma interessante estudar outras instituições financeiras para além dos bancos, aumentando assim a amostra. A fim de conseguir um número elevado de instituições seria benéfico trazer o estudo para a atualidade, concretizando na totalidade o artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acharya, V. V., Pedersen, L. H., Philippon, T., & Richardson, M. (2010). Measuring Systemic Risk. *The Review of Financial Studies*, 30(1), 2-47. doi: 10.1093/rfs/hhw088
- Adrian, T., & Brunnermeier, M. K. (2016). CoVaR. *American Economic Review*, 106(7), 1705-41. doi:<https://doi.org/10.1257/aer.20120555>
- Albrecht, A., Glendening, M., Kim, K., & Pereira, R. (2020). Auditor Going Concern Opinions and Bank Systemic Risk: Evidence from the 2007–2009 Financial Crisis. *AUDITING: A Journal of Practice & Theory*, 39(3), 1-28. doi:10.2308/ajpt-17-126
- Amaral, M. (2015). Tipos de Riscos na Atividade Bancária. *Revisores & Auditores*(69), 36-41.
- Anginer, D., Demirguc-Kunt, A., & Zhu, M. (2014). How does competition affect bank systemic risk? *Journal of Financial Intermediation*, 23(1), 1-26. doi: 10.1016/j.jfi.2013.11.001
- Banco de Portugal. (2005). Risco de Taxa de Juro na Carteira Bancária. 137-148. Tipografia Peres, S.A. Obtido em 5 de março de 2021, de https://www.bportugal.pt/sites/default/files/anexos/pdf-boletim/ref_05_p.pdf
- Banco de Portugal. (2007). MAR - Modelo de Avaliação de Riscos. Obtido em 2 de Março de 2021, de https://www.bportugal.pt/sites/default/files/anexos/documentos-relacionados/consulta_bp_2_07_mar.pdf
- Banco de Portugal. (2016). Livro Branco sobre regulação e supervisão do setor financeiro. Obtido 16 de março de 2021 em https://www.bportugal.pt/sites/default/files/anexos/pdf-boletim/livro_branco_web.pdf
- Bandt, O. D., & Hartmann, P. (2000). Systemic Risk: A survey. *EBC Working Paper*(35).
- Bank for International Settlements. (2004). International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards. Obtido em 7 de março de 2021, de <https://www.bis.org/publ/bcbs107.htm>

- Bank for International Settlements. (2010a). Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems. Obtido em 14 de março de 2021, de <https://www.bis.org/publ/bcbs189.htm>
- Bank for International Settlements. (2010b). International framework for liquidity risk measurement, standards and monitoring. Obtido em 14 de março de 2021, de <https://www.bis.org/publ/bcbs165.htm>
- Bank for International Settlements. (2014). A brief history of the Basel Committee. Obtido 7 de março de 2021, de https://www.bis.org/bcbs/history2_obsolete.htm
- Barr, M., & Miller, G. (2006). Global Administrative Law: The View from Basel. *The European Journal of International Law*, 17(1), 15–46. doi: 10.1093/ejil/chi167
- Bessis, J. (2015). *Risk management in banking* (4ª ed.). West Sussex, United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd.
- Bordo, M. D. (2008). An Historical Perspective on the Crisis of 2007-2008. *NBER Working Paper*. doi:10.3386/w14569
- Bostandzic, D., & Weiß, G. N. (2018). Why do some banks contribute more to global systemic risk? *Journal of Financial Intermediation*, 35, 17-40. doi: 10.1016/j.jfi.2018.03.003
- Brownlees, C. T., & Engle, R. F. (2017). SRISK: A Conditional Capital Shortfall Measure of Systemic Risk. *The Review of Financial Studies*, 30(1), 48-79. doi: 10.1093/rfs/hhw060
- Camilo, V. (2013). *Da crise do sistema financeiro à união bancária*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Lusíada, Lisboa. Obtido 20 de abril de 2021, de <http://repositorio.ulusiada.pt/handle/11067/3633>
- Carey, M., & Stulz, R. M. (2005). The Risks of Financial Institutions. *NBER Working Paper 11442*. doi:10.3386/w11442
- Carvalho, P. (2013). *O que é uma crise financeira? Breve contributo para a tipificação do conceito*. (Dissertação de Mestrado). Instituto Politécnico de Contabilidade e Administração, Coimbra. Obtido 20 de abril de 2021, de <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/14596>

- Cheng, M., Geng, C. M., & Hongyan. (2019). The effects of business models on bank risk before, during and after financial crisis: evidence from China. *Applied Economics*, 1-18. doi:<https://doi.org/10.1080/00036846.2019.1683148>
- Clemente, G. P., Grassi, R., & Pederzoli, C. (2020). Networks and market-based measures of systemic risk: the European banking system in the aftermath of the financial crisis. *Journal of Economic Interaction and Coordination*, 15, 159-181. doi:<https://doi.org/10.1007/s11403-019-00247-4>
- Cornett, M. M., McNutt, J. J., Strahan, P. E., & Tehranian, H. (2011). Liquidity risk management and credit supply in the financial crisis. *Journal of Financial Economics*, 101(2), 297-312. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2011.03.001>
- Decreto-Lei n.º 157/2014 de 24 de outubro do Ministério das Finanças. , Pub. L. No. Diário da República: Série I n.º 206 (2014)
- Derbali, A., & Hallara, S. (2016). Systemic risk of European financial institutions: Estimation and ranking by the Marginal Expected Shortfall. *Research in International Business and Finance*, 37, 113-134. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ribaf.2015.10.013>
- Dionne, G. (2013). Risk Management: History, Definition and Critique. *Risk Management and Insurance Review*, 16(2), 147-166. doi:<https://doi.org/10.1111/rmir.12016>
- Direção-Geral dos Assuntos Económicos e Financeiros (Comissão Europeia). (2009). Economic Crisis in Europe: Causes, Consequences and Responses. Office for Official Publications of the European Communities. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2011.03.001>
- Drakos, A., & Kouretas, G. (2015). Bank ownership, financial segments and the measurement of systemic risk: An application of CoVaR. *Review of Economics and Finance*, 40, 127–140. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.iref.2015.02.010>
- European Central Bank. (2009). The Concept of Systemic Risk. *Financial Stability Review*, 134-142.
- Financial Stability Board, International Monetary Fund & Bank for International Settlements. (2009). Guidance to Assess the Systemic Importance of Financial

Institutions, Markets and Instruments: Initial Considerations. *Report to the G-20 Finance Ministers and Central Bank Governors* .

- Gavronski, P. G., & Ziegelmann, F. A. (2020). Measuring systemic risk via GAS models and extreme value theory: Revisiting the 2007 financial crisis. *Finance Research Letters*. doi:10.1016/j.frl.2020.101498
- Girardi, G., & Ergün, A. T. (2013). Systemic risk measurement: Multivariate GARCH estimation of CoVaR. *Journal of Banking & Finance*(37), 3169–3180. doi: 10.1016/j.jbankfin.2013.02.027
- Goldin, I., & Vogel, T. (2010). Global Governance and Systemic Risk in the 21st Century: Lessons from the Financial Crisis. *Global Policy*, 1(1), 4-15. doi:10.1111/j.1758-5899.2009.00011.x
- Guo, H., Xia, S., An, Q., Zhang, X., Sun, W., & Zhao, X. (2020). Empirical study of financial crises based on topological data analysis. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. doi:https://doi.org/10.1016/j.physa.2020.124956
- Hamilton, D. T., Hughes, T., & Malone, S. W. (2015). Measuring Systemic Risk in the Southeast Asian Financial System. *Moody's Analytiscs Risk Perspectives*.
- Huang, W.-Q., & Uryasev, S. (2018). The CoCVaR approach: systemic risk contribution measurement. *Journal of Risk*, 20(4), 75–93. doi:10.21314/JOR.2018.383
- Huang, X., Zhou, H., & Zhu, H. (2009). A framework for assessing the systemic risk of major financial institutions. *Journal of Banking & Finance*, 33(11), 2036-2049. doi:10.1016/j.jbankfin.2009.05.017
- Hui, C.-H., Genberg, H., & Chung, T.-K. (2010). Funding liquidity risk and deviations from interest rate parity during the financial crisis of 2007-2009. *International Journal of Finance & Economics*, 16(4), 307-323. doi:10.1002/ijfe.427
- Hull, J. C. (2015). *Risk Management and Financial Institutions* (4^a ed.). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Hynes, W., Lees, M., & Müller, J. (2020). *The Potential of Systems Analysis for Addressing Global Policy Challenges in the 21st Century*. Paris, França: OCDE. doi:10.1787/879c4f7a-en

- Jorion, P. (1996). Risk²: Measuring the Risk in Value at Risk. *Financial Analysts Journal*, 52(6), 47-56.
- Keilbar, G., & Wang, W. (2020). Modelling systemic risk using neural network quantile regression. *Empir Econ*. doi:10.1007/s00181-021-02035-1
- Koenker, R., & Bassett, G. (1978). Regression Quantiles. *Econometrica*, 46(1), 33-50. doi:https://doi.org/10.2307/1913643
- Koulaftis, P. (2017). *Modern Credit Risk Management: Theory and Practice* (1^a ed.). London, United Kingdom: Springer Nature. doi:10.1057/978-1-137-52407-2
- Lhabitant, F.-S., & Tinguely, O. (2001). Financial Risk Management: An Introduction. *Thunderbird International Business Review*, 43(3), 343-363. doi:10.1002/tie.1001
- Lin, E. M., Sun, E. W., & Yu, M.-T. (2016). Systemic risk, financial markets, and performance of financial institutions. *Annals of Operations Research*, 262(2), 579-603. doi:https://doi.org/10.1007/s10479-016-2113-8
- Linsmeier, T., & Pearson, N. (2000). Value at Risk. *Financial Analysts Journal*, 56(2), 47-67. doi: https://doi.org/10.2469/faj.v56.n2.2343
- Ma, X., Yang, R., Zou, D., & Liu, R. (2020). Measuring extreme risk of sustainable financial system using GJR-GARCH model trading data-based. *International Journal of Information Management*, 50, 526-537. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2018.12.013
- Mendes, A. (2013). *A transição de Basileia II para Basileia III : qual o enfoque que é dado aos riscos nos Acordos de Basileia?* (Dissertação de Mestrado). Instituto Superior de Economia e Gestão, Lisboa. Obtido 6 de maio de 2021, de <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/6502>
- Muharam, H., & Erwin. (2017). Measuring Systemic Risk of Banking in Indonesia: Conditional Value at Risk Model Application. *Jurnal Ilmu Ekonomi*, 6(2), 301–318. doi:10.15408/sjie.v6i2.5296
- Nucera, F., Schwaab, B., Koopman, S. J., & Lucas, A. (2016). The information in systemic risk rankings. *Journal of Empirical Finance*, 38, 461-475. doi:10.1016/j.jempfin.2016.01.002

- Peres, C., Cristovão, D., & Vasconcelos, J. (2017). Acordos de Basileia e impacto na regulamentação da actividade bancária: Uma revisão. *XVI Congresso Internacional de Contabilidade e Auditoria (CICA)*, (p. 23). Aveiro. Obtido 5 de maio de 2021, de https://www.occ.pt/dtrab/trabalhos/xviicica//finais_site/218.pdf
- Pinho, C., Valente, R., Madaleno, M., & Vieira, E. (2019). *Risco Financeiro - Medida e Gestão* (2ª ed.). (M. Robalo, Ed.) Lisboa: Edições Sílabo, Lda.
- Pinto, A. M. (2002). Risco Económico e Financeiro: seu conceito e gestão. *Gestin*, 85-93.
- Reboredo, J., & Ugolini, A. (2015). Systemic risk in European sovereign debt markets: A CoVaR-copula approach. *Journal of International Money and Finance*, 51, 214-244. doi:10.1016/j.jimonfin.2014.12.002
- Reinhart, C., & Rogoff, K. (2009). The aftermath of financial crisis. *NBER Working Paper*. doi:10.3386/w14656
- Smaga, P. (2014). The Concept of Systemic Risk. *Systemic Risk Centre Special Paper*. Obtido de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2477928
- Sum, K. (2016). A Review of Individual and Systemic Risk Measures in Terms of Applicability for Banking Regulations. *Contemporary Economics*, 10(1), 71-82. doi:10.5709/ce.1897-9254.199
- Trabelsi, N., & Naifar, N. (2017). Are Islamic stock indexes exposed to systemic risk? Multivariate GARCH estimation of CoVaR. *International Business and Finance*, 42, 727–744. doi:10.1016/j.ribaf.2017.07.013
- Vasilescu, L. (2019). The Concept and Determinants of Systemic Risk - An Overview. *Annals of the University of Craiova: Economic Sciences Series*, 2(47), 223-228.
- Weiß, G. N., Bostandzic, D., & Neumann, S. (2014). What factors drive systemic risk during international financial crises? *Journal of Banking & Finance*, 41, 78-95. doi:10.1016/j.jbankfin.2014.01.001

Apêndice A – Instituições Bancárias Seleccionadas

Europa	STOOX	Índice STOXX Europe 600
Reino Unido	BARC	Barclays
Espanha	BBVA	BBVA
França	BNPP	BNP Paribas
França	CAGR	Credit Agricole
Itália	CRDI	UniCredit
Dinamarca	DANSKE	Danske Bank
Alemanha	DBKGn	Deutsche Bank
Reino Unido	HSBA	HSBC
Holanda	INGA	ING GROEP
Itália	ISP	Intensa
Dinamarca	JYSK	Jyske Bank
Bélgica	KBC	KBC Groep
Reino Unido	LLOY	Lloyds Banking Group
Suécia	NDASE	Nordea Bank
Espanha	SAN	Banco Santander
Suécia	SEBa	Skandinaviska Enskilda Banken
Suécia	SHBa	Svenska Handelsbanken
França	SOGIN	Societe Generale
Suécia	SWEDa	Swedbank
Dinamarca	SYDB	Sydbank

Apêndice B – Ponderação dos Ativos Financeiros (Porcentagem)

Bancos	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BARC	8,77%	12,94%	9,58%	9,77%	9,68%	10,20%	9,13%	8,91%	7,70%	9,05%	7,80%	7,54%	7,00%	7,32%	7,32%
BBVA	3,24%	3,09%	3,36%	3,28%	3,35%	3,57%	3,69%	3,87%	4,66%	4,47%	4,30%	4,07%	4,11%	3,99%	3,45%
BNPP	4,96%	3,35%	2,69%	2,07%	1,94%	1,53%	1,61%	1,63%	1,70%	1,82%	1,73%	1,75%	1,85%	1,82%	1,86%
CAGR	9,15%	9,43%	9,79%	9,46%	9,65%	10,32%	9,34%	9,43%	10,57%	10,52%	9,65%	9,78%	9,78%	10,64%	10,97%
DANSKE	2,91%	2,72%	2,62%	2,56%	2,58%	2,62%	2,67%	2,75%	2,75%	2,86%	2,96%	2,90%	2,98%	3,00%	2,84%
DBKGn	13,07%	12,56%	9,43%	11,31%	12,12%	11,27%	9,91%	10,14%	10,13%	9,71%	9,18%	8,12%	7,65%	7,19%	7,03%
HSBA	16,83%	15,93%	16,43%	16,10%	15,82%	16,67%	18,16%	17,28%	16,57%	16,03%	17,35%	17,03%	17,68%	17,90%	17,50%
INGA	8,49%	7,59%	7,31%	7,40%	7,16%	6,52%	6,65%	5,89%	5,24%	5,16%	5,27%	5,34%	5,25%	5,09%	5,20%
ISP	3,92%	3,63%	3,93%	3,90%	3,58%	3,77%	3,85%	3,84%	4,21%	4,43%	4,96%	4,75%	4,81%	5,44%	5,63%
JYSK	0,19%	0,18%	0,19%	0,19%	0,20%	0,19%	0,22%	0,43%	0,45%	0,48%	0,50%	0,49%	0,51%	0,49%	0,47%
KBC	2,30%	1,86%	2,05%	1,69%	1,60%	1,44%	1,47%	1,45%	1,57%	1,68%	1,82%	1,71%	1,71%	1,74%	1,95%
LLOY	2,53%	2,75%	7,14%	6,51%	6,01%	5,78%	5,76%	5,61%	5,55%	5,52%	5,59%	5,31%	5,43%	5,23%	5,17%
NDASE	2,52%	2,70%	3,17%	3,45%	3,93%	3,74%	3,88%	3,97%	4,02%	3,76%	3,62%	3,32%	3,27%	3,00%	3,12%
SEBa	1,51%	1,42%	1,44%	1,29%	1,31%	1,37%	1,52%	1,56%	1,80%	1,59%	1,58%	1,54%	1,67%	1,64%	1,82%
SAN	5,90%	5,98%	6,98%	7,23%	7,01%	7,11%	6,86%	7,51%	8,34%	8,18%	8,99%	8,79%	8,97%	8,18%	9,17%
SOGIN	9,50%	9,48%	8,97%	8,92%	9,22%	9,01%	10,09%	10,32%	9,22%	9,34%	8,97%	9,31%	8,95%	9,06%	7,94%
SHBa	1,20%	1,22%	1,33%	1,27%	1,37%	1,33%	1,52%	1,66%	1,56%	1,59%	1,71%	1,78%	1,80%	1,69%	1,82%
SWEDa	1,03%	1,03%	1,12%	1,01%	1,03%	1,03%	1,11%	1,25%	1,33%	1,31%	1,37%	1,34%	1,41%	1,40%	1,55%
SYDB	0,11%	0,12%	0,13%	0,12%	0,12%	0,11%	0,12%	0,12%	0,12%	0,12%	0,12%	0,11%	0,12%	0,12%	0,12%
CRDI	1,87%	2,03%	2,34%	2,47%	2,34%	2,42%	2,45%	2,37%	2,50%	2,41%	2,52%	5,01%	5,04%	5,05%	5,05%

Apêndice C – Determinação do $\Delta CoVaR_{q\%}^{sistema|i}$

Equação (7): $CoVaR_q^{sistema|x^i=VaR_q^i} = VaR_q^{sistema} | VaR_q^i = \hat{\alpha}_q^i + \hat{\beta}_q^i VaR_q^i$

Equação (8): $\Delta CoVaR_q^{sistema|i} = \hat{\beta}_q^i (VaR_q^i - VaR_{50\%}^i)$

Bancos	$VaR_{50\%}^i$	$\hat{\alpha}_{1\%}^i$	$\hat{\beta}_{1\%}^i$	$CoVaR_{1\%}^{sistema}$	$\hat{\alpha}_{2\%}^i$	$\hat{\beta}_{2\%}^i$	$CoVaR_{2\%}^{sistema}$
BARC	-0,0029	-0,0721	0,4498	-18,07%	-0,0535	0,5009	-13,76%
BBVA	0,0001	-0,0914	0,6272	-21,32%	-0,0605	0,6904	-14,79%
BNPP	0,0005	-0,0604	0,8430	-21,13%	-0,0493	0,8103	-16,70%
CAGR	0,0009	-0,0576	0,8214	-21,00%	-0,0461	0,7839	-15,57%
CRDI	-0,0012	-0,0525	0,6748	-22,45%	-0,0525	0,6748	-16,87%
DANSKE	0,0005	-0,1101	0,5537	-21,65%	-0,0782	0,6304	-15,21%
DBKGn	-0,0033	-0,0651	0,7167	-20,10%	-0,0493	0,6640	-13,55%
HSBA	-0,0006	-0,0863	1,1928	-24,76%	-0,0621	1,2526	-15,57%
INGA	-0,0015	-0,0604	0,6161	-22,42%	-0,0478	0,6591	-14,32%
ISP	0,0002	-0,0641	0,9330	-26,78%	-0,0544	0,8673	-16,62%
JYSK	0,0000	-0,0963	0,8547	-23,06%	-0,0753	0,9232	-18,04%
KBC	0,0000	-0,0845	0,4782	-22,15%	-0,0601	0,5228	-16,57%
LLOY	-0,0013	-0,0783	0,4984	-21,94%	-0,0652	0,5221	-15,66%
NDASE	0,0000	-0,0766	0,9056	-21,38%	-0,0624	0,9333	-14,99%
SAN	0,0000	-0,0710	0,7737	-22,93%	-0,0565	0,7234	-14,92%
SEBa	0,0019	-0,1039	0,4597	-21,86%	-0,0715	0,5390	-15,49%
SHBa	0,0000	-0,1652	0,0975	-18,39%	-0,1238	0,1085	-13,49%
SOGIN	-0,0007	-0,0631	0,7571	-24,18%	-0,0456	0,6958	-16,16%
SWEDa	0,0020	-0,0995	0,6390	-22,80%	-0,0749	0,6643	-16,63%
SYDB	0,0008	-0,0984	0,7061	-22,18%	-0,0788	0,7070	-14,82%

Apêndice D – Determinação do $\Delta CoVaR_t^i(q)$ ²²

Equação: (11) $VaR_t^i(q) = \hat{\alpha}_q^i + \hat{\gamma}_t^i M_{t-1}$

$VaR_t^i(1\%) = \hat{\alpha}_{1\%}^i + \hat{\gamma}_t^i M_{t-1}$

Bancos	$\gamma_{i.}$	$\gamma_{ii.}$	$\gamma_{iii.}$	$\gamma_{iv.}$	$\gamma_{v.}$	$\hat{\alpha}_{1\%}^i$
BARC	-0,0117	-0,2180	0,0062	0,0172	-0,0407	0,1290
BBVA	-0,0075	0,0572	-0,0036	-0,0177	0,1184	0,0500
BNPP	-0,0062	-0,0517	-0,0037	0,0065	0,0141	0,0290
CAGR	-0,0052	-0,0492	-0,0043	-0,0059	-0,1219	0,0192
CRDI	-0,0050	0,0906	0,0040	-0,0188	0,5415	-0,0341
DANSKE	-0,0056	0,0373	-0,0041	0,0083	-0,2217	-0,0392
DBKGN	-0,0032	-0,0966	0,0099	0,0172	-0,4017	-0,0160
INGA	-0,0132	0,0158	-0,0062	0,0132	0,0021	0,0996
HSBA	-0,0087	-0,0192	-0,0047	0,0109	-0,7608	0,0358
ISP	-0,0043	0,0078	-0,0043	-0,0044	0,2138	0,0026
JYSK	-0,0104	-0,0485	0,0255	-0,0033	-0,5305	0,0386
KBC	-0,0119	-0,2473	0,0075	0,0213	-0,6416	0,1424
LLOY	-0,0054	0,0116	-0,0039	0,0167	1,2906	-0,0229
NDASE	-0,0075	-0,0933	-0,0049	0,0381	1,1278	0,0195
SAN	-0,0082	0,0501	-0,0045	0,0074	-0,5808	0,0113
SEBA	-0,0065	-0,0153	-0,0046	-0,0079	-0,3691	0,0042
SHBA	-0,0082	-0,0690	0,0370	-0,3107	1,0936	0,0661
SOGIN	-0,0058	-0,0282	-0,0043	0,0046	0,1279	0,0065
SWEDA	-0,0048	0,0066	-0,0041	0,0231	0,5899	-0,0406
SYDB	-0,0097	-0,1710	-0,0074	0,0255	-0,0667	0,0757

²² O γ refere-se às variáveis de estado desfasadas, sendo cada uma das variáveis representado por i., ii., iii., iv. e v, tal como referido no 2.3.2..

$$VaR_t^i(2\%) = \hat{\alpha}_{2\%}^i + \hat{\gamma}_t^i M_{t-1}$$

Bancos	$\gamma_{i.}$	$\gamma_{ii.}$	$\gamma_{iii.}$	$\gamma_{iv.}$	$\gamma_{v.}$	$\hat{\alpha}_{2\%}^i$
BARC	-0,0106	-0,0945	0,0003	0,0166	-0,1604	0,0996
BBVA	-0,0056	0,0453	-0,0031	-0,0158	0,2238	0,0250
BNPP	-0,0054	-0,0574	-0,0033	0,0029	0,3756	0,0283
CAGR	-0,0046	-0,0118	0,0027	0,0059	-0,0265	-0,0066
CRDI	-0,0042	0,0439	-0,0027	-0,0057	0,1073	-0,0105
DANSKE	-0,0035	-0,0400	-0,0036	0,0105	0,3795	-0,0362
DBKGN	-0,0028	-0,0194	-0,0027	0,0045	-0,3054	-0,0021
INGA	-0,0079	-0,0094	-0,0046	-0,0017	-0,0737	0,0561
HSBA	-0,0043	-0,0391	-0,0031	0,0050	-0,1314	-0,0041
ISP	-0,0049	-0,0130	-0,0043	0,0038	-0,0944	0,0271
JYSK	-0,0070	-0,1041	0,0064	-0,0033	-0,4097	0,0622
KBC	-0,0086	-0,1419	-0,0002	0,0225	-0,3490	0,0886
LLOY	-0,0022	-0,0015	-0,0026	0,0031	0,5453	-0,0252
NDASE	-0,0060	-0,0672	-0,0040	0,0194	0,7336	0,0300
SAN	-0,0055	0,0126	-0,0033	0,0151	-0,2182	-0,0062
SEBA	-0,0050	-0,0608	-0,0038	0,0111	-0,1786	-0,0015
SHBA	-0,0050	0,0391	-0,0031	-0,0061	0,1634	0,0266
SOGIN	-0,0057	0,0303	-0,0031	0,0101	0,3427	0,0084
SWEDA	-0,0046	0,0058	-0,0035	0,0163	0,3797	-0,0133
SYDB	-0,0060	-0,1640	0,0011	0,0234	0,4892	0,0160

$$VaR_t^i(50\%) = \hat{\alpha}_{50\%}^i + \hat{\gamma}_t^i M_{t-1}$$

Bancos	$\gamma_{i.}$	$\gamma_{ii.}$	$\gamma_{iii.}$	$\gamma_{iv.}$	$\gamma_{v.}$	$\hat{\alpha}_{50\%}^i$
BARC	-0,0002	0,0079	-0,0002	-0,0040	-0,1292	0,0064
BBVA	-0,0006	0,0025	-0,0003	0,0030	-0,1154	0,0070
BNPP	-0,0003	0,0019	0,0002	0,0021	-0,0677	0,0036
CAGR	-0,0005	-0,0117	-0,0005	-0,0012	0,0086	0,0191
CRDI	0,0002	0,0075	-0,0001	-0,0005	-0,0457	-0,0047
DANSKE	0,0004	-0,0009	-0,0003	-0,0049	-0,1714	-0,0049
DBKGN	-0,0005	0,0064	-0,0006	0,0009	-0,1153	0,0069
INGA	-0,0006	0,0055	-0,0007	-0,0007	-0,1529	0,0106
HSBA	-0,0005	-0,0013	0,0001	0,0000	-0,1235	0,0129
ISP	0,0002	-0,0044	-0,0015	0,0012	0,1315	-0,0012
JYSK	-0,0004	-0,0111	-0,0004	0,0036	-0,1741	0,0100
KBC	-0,0004	0,0004	0,0000	0,0016	0,0160	0,0050
LLOY	-0,0001	0,0065	-0,0007	-0,0015	0,0053	0,0023
NDASE	0,0000	0,0001	-0,0005	-0,0011	0,0503	0,0042
SAN	-0,0006	-0,0020	-0,0003	0,0041	-0,1535	0,0090
SEBA	-0,0004	0,0093	0,0000	-0,0028	-0,0652	0,0092
SHBA	-0,0002	-0,0042	-0,0009	0,0032	0,0045	0,0037
SOGIN	0,0000	-0,0001	-0,0003	0,0018	-0,0046	0,0020
SWEDA	0,0000	-0,0021	-0,0008	0,0012	0,0454	0,0020
SYDB	-0,0006	-0,0021	-0,0012	-0,0010	-0,1764	0,0162

Equação: (12) $CoVaR_t^i(q) = \hat{\alpha}^{sistema|i} + \hat{\beta}^{sistema|i}VaR_t^i(q) + \hat{\gamma}^{sistema|i}M_{t-1}$

Bancos	$\hat{\beta}^{sistema i}$	γ_i	γ_{ii}	γ_{iii}	γ_{iv}	γ_v	$\hat{\alpha}^{sistema i}$
BARC	0,4774	-0,0003	0,0013	0,0002	0,0011	-0,0642	0,0040
BBVA	0,6383	-0,0002	0,0025	-0,0003	0,0006	-0,0215	0,0039
BNPP	0,7405	-0,0002	-0,0006	-0,0004	0,0013	-0,0053	0,0019
CAGR	0,6950	-0,0001	0,0031	0,0000	0,0019	-0,0159	-0,0033
DANSKE	0,6360	-0,0006	0,0032	0,0000	0,0013	-0,1095	0,0103
DBKGn	0,6481	-0,0005	0,0011	-0,0002	0,0018	0,0485	0,0094
HSBA	0,9430	-0,0002	0,0050	-0,0001	-0,0007	0,0050	0,0047
INGA	0,6264	-0,0001	0,0001	0,0000	0,0008	0,0122	-0,0006
ISP	0,6915	-0,0001	-0,0002	-0,0002	0,0024	0,0326	-0,0013
JYSK	0,6687	-0,0005	0,0048	0,0009	0,0016	-0,1623	0,0041
KBC	0,4866	-0,0002	0,0111	-0,0007	-0,0013	-0,0178	0,0024
LLOY	0,4798	-0,0002	0,0080	-0,0007	-0,0003	-0,0972	0,0020
NDASE	0,8361	-0,0004	0,0024	0,0000	0,0010	-0,0419	0,0052
SEBa	0,3843	-0,0006	0,0100	-0,0003	0,0007	-0,1892	0,0075
SAN	0,7433	0,0000	0,0037	-0,0001	-0,0005	-0,0141	0,0007
SOGIN	0,6450	0,0001	0,0011	-0,0001	0,0004	-0,0277	-0,0020
SHBa	0,0716	-0,0006	0,0081	-0,0003	0,0016	-0,0988	0,0091
SWEDa	0,5534	-0,0006	0,0094	-0,0004	-0,0010	-0,1010	0,0101
SYDB	0,6426	-0,0006	0,0037	0,0004	0,0022	-0,1091	0,0076
CRDI	0,4654	-0,0002	0,0093	0,0001	-0,0004	-0,0291	0,0015

Equação: (13) $\Delta CoVaR_t^i(q) = CoVaR_t^i(q) - CoVaR_t^i(50\%)$.